

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk pengujian kuat tekan beton, penambahan serbuk kaca semakin menurunkan kuat tekan beton. Kuat tekan beton pada BF 10 adalah yang paling rendah dengan penurunan mencapai 22,47% dari beton normal. Tetapi berdasarkan hasil analisa, hal ini terjadi karena adanya kesalahan teknis pencampuran beton. Penurunan paling besar seharusnya terjadi pada BF 40 yaitu pada 11,99% dari beton normal. Angka tersebut dapat dikatakan tidak terlalu besar, sehingga penelitian ini dapat dikatakan berhasil, karena penurunan kuat tekan yang terjadi tidak terlalu besar apabila BF 10 tidak menyimpang. Hal ini membuktikan bahwa serbuk kaca dapat dipertimbangkan sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus dalam pembuatan beton. Sementara itu, komposisi optimum penggunaan serbuk kaca untuk pengujian kuat tekan beton terjadi pada BF 20.
2. Dalam pengujian modulus elastisitas beton, nilai modulus tertinggi terdapat pada substitusi penggunaan 10% serbuk kaca, atau pada BF 10.

3. Untuk pengujian kuat tarik belah, komposisi paling optimum terdapat pada substitusi 40% penggunaan serbuk kaca atau BF 40, yang naik mencapai 5,54%.
4. Pengujian penyerapan air memiliki komposisi optimum penggunaan serbuk kaca sebesar 40%.

## **6.2. Saran**

Saran yang dapat penulis berikan setelah melihat hasil dan hambatan-hambatan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk penelitian selanjutnya, agar diperoleh adukan beton yang homogen, penggunaan molen sangat disarankan. Pengadukan secara manual oleh tenaga manusia, dapat menyebabkan mutu beton menjadi tidak seragam dan adukan tidak homogen sehingga pada saat pengujian sangat sulit untuk membandingkan hasilnya.
2. Disarankan untuk menguji kuat lentur beton, dengan benda uji balok dan diberikan tulangan. Karena penggunaan serbuk kaca untuk menggantikan sebagian agregat halus dapat dipertimbangkan dengan substitusi sebagian agregat halus dengan serbuk kaca untuk variasi yang lebih lengkap dan detail.
3. Dari penelitian ini, terjadi banyak kesalahan pada saat penelitian dan pengambilan data serta pembacaan alat. Dikarenakan benda uji hanya mengikuti syarat minimal, yaitu sebanyak 3 buah, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan membuat benda uji 5 buah untuk mempermudah pengambilan data danantisipasi apabila terjadi kesalahan data tetap dapat dikatakan valid karena pembandingnya cukup banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

Antono, Achmad, 1993, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Arimurti, Puthut, 2009, Pengaruh Penambahan *Silica Fume* Terhadap Kekuatan Beton Non Pasir, *Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.

ASTM C 39, *Standard Specifications for Silica Fume Concrete*, West Conshohocken

ASTM C494 / C494M-13, *Standard Specifications for Chemical Admixtures for Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013

McCormac, Jack C., 2004, Alih Bahasa Sumargo, *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid Pertama*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Purwanto, D., 2008. Tinjauan Kuat Desak, Modulus Elastisitas dan Poission Ratio Beton dengan Bubuk Kaca. Surakarta: Tugas Akhir Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.

Rikardus, 2013, Pengaruh Penggunaan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Dengan Bahan Tambah *Superplastisizer* Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.

Setiawan, B., 2006, Pengaruh Penggunaan Agregat Kaca pada Beton Ditinjau dari Segi Kekuatandan Shrinkage. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.

Subakti, Aman, 1995, Mix Design Beton Normal dengan Metode DOE dan  
ACI, Surabaya

SK SNI 03-2491-2002, Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, Badan  
Standar Nasional.

SK SNI S-04-1989-F, 1989, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A Bandung.  
Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen  
Pekerjaan Umum.

SNI 1974:2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, Badan  
Standardisasi Nasional, Jakarta.

SNI 03-2914-1990, Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air.

SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta

Tjokrodimuljo, K, 1996, Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.

Wang C. K., Salmon, C. G., dan Binsar, H., 1986, Disain Beton Bertulang,  
Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Yulianti, Tri, 2013, Pengaruh Penggunaan Serbuk Kaca Sebagai Bahan  
Substitusi Sebagian Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton,  
*Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta*, Yogyakarta.



**PEMERIKSAAN**

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

Asal : Clereng, Wates.

Diperiksa : 1 Oktober 2014

No.	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	978
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	984
C	Berat Contoh Dalam Air	630
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,7267
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,7797
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,8103
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	0,61 %
H	Berat Jenis Agregat Kasar $= \frac{(D) - (F)}{(2)}$	2,7685

**PERSYARATAN UMUM :**

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : > 2,4

Pemeriksa

Yogyakarta,

Mengetahui

Aphrodita Emawati Atmaja

Gabriella Agnes Luvena S

Ir.Yohanes Lulie, M.T.

(Kepala Lab. Transportasi UAJY )



**PEMERIKSAAN**

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

Asal : Kulon Progo

Diperiksa : 1 Oktober 2014

No.	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Contoh Kering	480
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	640
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	950
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,53
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,63
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,82
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	4,16

**PERSYARATAN UMUM :**

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : > 2,3

Pemeriksa

Yogyakarta,

Mengetahui

Aphrodita Emawati Atmaja

Gabriella Agnes Luvena S

Ir.Yohanes Lulie, M.T.

(Kepala Lab. Transportasi UAJY )



### PEMERIKSAAN BERAT JENIS SERBUK KACA

Bahan : Serbuk kaca lolos saringan no 4  
Asal : Limbah Toko Menara Kaca, Jalan Imogiri, Wojo No.8  
Diperiksa : 6 Oktober 2014

P E M E R I K S A A N			
<b>A</b>	No. <i>Picnometer</i>	1 (gram)	2 (gram)
<b>B</b>	Berat <i>Picnometer</i>	30,143	30,143
<b>C</b>	Berat <i>Picnometer</i> + air penuh	80,543	80,491
<b>D</b>	Berat air ( <b>C - B</b> )	50,4	50,348
<b>E</b>	Berat <i>Picometer</i> + Serbuk kaca	35,015	35,105
<b>F</b>	Berat Kaca ( <b>E - B</b> )	5	4,96
<b>G</b>	Berat <i>Picometer</i> + Aspal + air	83,347	83,411
<b>H</b>	Isi air ( <b>G - E</b> )	48,332	48,306
<b>I</b>	Isi contoh ( <b>D - H</b> )	2,068	2,042
<b>J</b>	Berat jenis = $\frac{(F)}{(I)}$	2,4178	2,43

$$\text{Diambil berat jenis serbuk kaca rerata} = \frac{2,4178 + 2,43}{2} = 2,423$$

Pemeriksa

Aphrodita Emawati Atmaja  
Gabriella Agnes Luvena S

Yogyakarta,

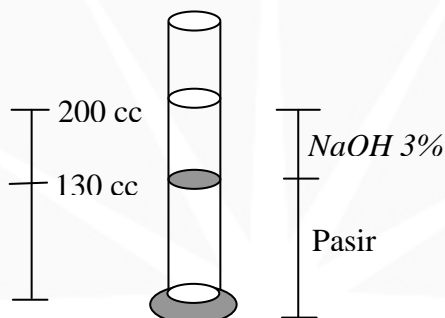
Mengetahui

Ir. Yohanes Lulie, M.T.  
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



### PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan : 1 Oktober 2014.
- II. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, Volume : 130 cc.
  - b. Larutan NaOH 3 %.
- III. Alat
- Gelas Ukur, ukuran : 250cc.
- IV. Skets



- V. Hasil
- Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna Gardner Standard Color no 5.

Pemeriksa

Aphrodita Emawati Atmaja  
Gabriella Agnes Luvena S

Yogyakarta,

Mengetahui

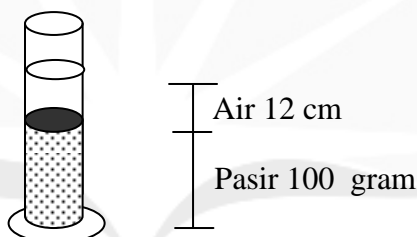
Dinar Gumilang, S.T., M.T.  
( Kepala Lab. SBB UAJY )





### PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan : 1 Oktober 2014.
- II. Bahan
- a. Pasir kering tungku asal : Kali Progo, Berat : 100 gram.
  - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY.
- III. Alat
- a. Gelas ukur , ukuran : 250cc.
  - b. Timbangan.
  - c. Tungku (oven), suhu dibuat antara 105-110 °C.
  - d. Air tetap jernih setelah 5 kali pengocokan.
  - e. Pasir + piring masuk tungku tanggal 12 jam 19.00 WIB.
- IV. Skets



#### V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 2 jam 09.00 WIB.

- a. Berat piring + pasir = 212 gram.
- b. Berat piring kosong = 114 gram.
- c. Berat pasir = 98 gram.

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 98}{100} \times 100\%$$
$$= 2 \%$$

Pemeriksa

Yogyakarta,  
Mengetahui

Aphrodita Emawati Atmaja  
Gabriella Agnes Luvena S

Dinar Gumilang, S.T., M.T.  
( Kepala Lab. SBB UAJY )



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 6

**PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR**

Bahan : Pasir.  
Asal : Kali Progo.  
Diperiksa : 1 Oktober 2014.

**DAFTAR AYAKAN**

No Saringan	Berat Tertahan	Presentase		
		Berat Tertahan (%)	$\Sigma$ Berat Tertahan (%)	$\Sigma$ Berat Lolos (%)
$\frac{3}{4}$	0	0	0	100
$\frac{1}{2}$	0	0	0	100
$\frac{3}{8}$	0	0	0	100
4	0	0	0	100
8	41	4,1	4,1	95,9
16	184	18,4	22,5	77,5
30	421	42,1	64,6	35,4
50	243	24,3	88,9	11,1
100	111	11,1	100	0
Pan	0	0	-	-
Jumlah	1000	100%	280,1	619,9

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{280,1}{100} = 2,801.$$

Kesimpulan : MHB kerikil  $1,5 \leq 2,801 \leq 3,8$  Syarat terpenuhi (OK).

Pasir Golongan II.

Pemeriksa

Yogyakarta,

Mengetahui

Aphrodita Emawati Atmaja  
Gabriella Agnes Luvena S

Dinar Gumilang, S.T., M.T.  
( Kepala Lab. SBB UAJY )



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 7

**PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN KERIKIL**

Asal : Clereng, Wates.

Diperiksa : 1 Oktober 2014.

**DAFTAR AYAKAN**

No Saringan	Berat Tertahan	Presentase	
		Berat Tertahan (%)	Σ Berat Tertahan (%)
¾	0	0	0
½	0	0	0
3/8	812	81,2	81,2
4	185	18,5	99,7
8	3	0,3	100
30	0	0	100
50	0	0	100
100	0	0	100
200	0	0	100
Pan	0	0	-
Jumlah	1000	100%	680,9 %

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{680,9}{100} = 6,809.$$

Kesimpulan : MHB kerikil  $5 \leq 6,809 \leq 8$  Syarat terpenuhi (OK).

Pemeriksa  
Yogyakarta,  
Mengetahui

Aphrodita Emawati Atmaja  
Gabriella Agnes Luvena S

Dinar Gumilang, S.T., M.T.  
( Kepala Lab. SBB UAJY )



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 8

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**

Diperiksa : 7 November 2014

Nama	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	f (Mpa)	
BF 0 KT 1	12.34	151.2	300.4	2295.26	17922.98	485000	27.06	
		150.7	300					
		151.2	299.5					
		151.0	300.0					
BF 0 KT 2	12.98	154	302	2296.41	18739.01	545000	29.08	28.70
		155.2	301.8					
		154.1	301.1					
		154.4	301.6					
BF 0 KT 3	12.50	152	299.6	2293.34	18200.95	545000	29.94	
		152.2	298.9					
		152.4	299.9					
		152.2	299.5					

Diperiksa : 8 November 2014

Nama	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	f (Mpa)	
BF 10 KT 1	12.32	151.2	302.2	2271.60	17930.89	435000	24.26	
		150.8	302.5					
		151.2	302.7					
		151.1	302.5					
BF 10 KT 2	12.22	150.5	302.1	2262.88	17883.45	425000	23.76	22.26
		150.9	302.4					
		151.2	301.4					
		150.9	302.0					
BF 10 KT 3	12.96	153.4	302.5	2328.08	18408.82	345000	18.74	
		153.3	302.2					
		152.5	302.5					
		153.1	302.4					



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Diperiksa : 8 November 2014

Nama	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Jenis (kg/m3)	Luas (mm2)	Beban (N)	f (Mpa)	
BF 20 KT 1	12.96	156	306	2224.30	19072.15	500000	26.22	27.12
		156.2	304.5					
		155.2	306					
		155.8	305.5					
BF 20 KT 2	12.98	151.8	304.5	2363.20	18057.73	535000	29.63	
		151.6	303.6					
		151.4	304.4					
		151.6	304.2					
BF 20 KT 3	12.94	154	301.6	2302.21	18625.93	475000	25.50	
		154	301.6					
		153.9	302.1					
		154.0	301.8					

Diperiksa : 8 November 2014

Nama	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Jenis (kg/m3)	Luas (mm2)	Beban (N)	f (Mpa)	
BF 30 KT 1	12.24	150	304.2	2276.92	17749.36	460000	25.92	26.06
		150	303					
		150.9	301.4					
		150.3	302.9					
BF 30 KT 2	12.28	152	301.2	2231.20	18272.77	445000	24.35	
		153.9	301					
		151.6	301.4					
		152.5	301.2					
BF 30 KT 3	12.29	155	304.9	2142.69	18803.79	525000	27.92	
		154.1	305.2					
		155	305					
		154.7	305.0					



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Diperiksa : 10 November 2014

Nama	Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Jenis (kg/m3)	Luas (mm2)	Beban (N)	f (Mpa)	
BF 40 KT 1	12.84	155.4	300.2	2295.54	18690.51	500000	26.75	25.26
		154.2	298.8					
		153.1	298.8					
		154.2	299.3					
BF 40 KT 2	12.20	150.3	296.8	2306.27	17741.48	420000	23.67	
		150.5	299.6					
		150	298.1					
		150.3	298.2					
BF 40 KT 3	12.28	152	296.9	2277.37	18137.22	460000	25.36	
		151.7	297					
		152.1	298					
		151.9	297.3					



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 0\_1)**

Diperiksa : 7 November 2014

Po = 203,3 mm

Ao = 17922,98 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 27,06 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 10,824 MPa

Beban maksimum = 19795,7485 kgf

ε<sub>p</sub> = 72,78 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 14872,2176 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2736	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5472	0,0000
1500	14710,06	1	0,5	0,8207	2,4594
2000	19613,42	1	0,5	1,0943	2,4594
2500	24516,77	2	1	1,3679	4,9188
3000	29420,13	3	1,5	1,6415	7,3783
3500	34323,48	3	1,5	1,9151	7,3783
4000	39226,84	4	2	2,1886	9,8377
4500	44130,19	5	2,5	2,4622	12,2971
5000	49033,55	5	2,5	2,7358	12,2971
5500	53936,90	6	3	3,0094	14,7565
6000	58840,26	7	3,5	3,2830	17,2159
6500	63743,61	8	4	3,5565	19,6754
7000	68646,97	8	4	3,8301	19,6754
7500	73550,32	9	4,5	4,1037	22,1348
8000	78453,68	10	5	4,3773	24,5942
8500	83357,03	10	5	4,6508	24,5942
9000	88260,39	11	5,5	4,9244	27,0536
9500	93163,74	12	6	5,1980	29,5130
10000	98067,1	13	6,5	5,4716	31,9725
10500	102970,45	13	6,5	5,7452	31,9725
11000	107873,81	14	7	6,0187	34,4319
11500	112777,16	15	7,5	6,2923	36,8913
12000	117680,52	15	7,5	6,5659	36,8913
12500	122583,87	16	8	6,8395	39,3507
13000	127487,23	17	8,5	7,1131	41,8101
13500	132390,58	18	9	7,3866	44,2696
14000	137293,94	19	9,5	7,6602	46,7290
14500	142197,29	20	10	7,9338	49,1884
15000	147100,65	21	10,5	8,2074	51,6478

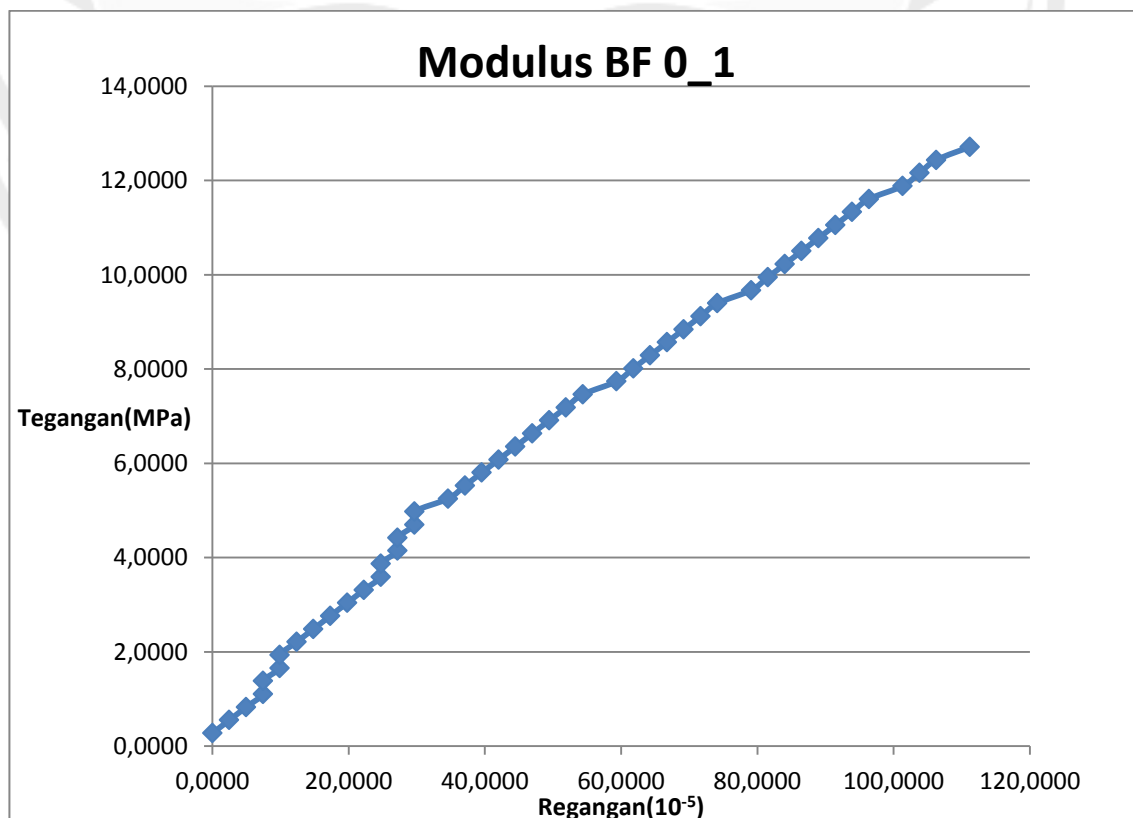


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	21	10,5	8,4810	51,6478
16000	156907,36	22	11	8,7545	54,1072
16500	161810,71	23	11,5	9,0281	56,5667
17000	166714,07	24	12	9,3017	59,0261
17500	171617,42	25	12,5	9,5753	61,4855
18000	176520,78	26	13	9,8489	63,9449
18500	181424,13	27	13,5	10,1224	66,4043
19000	186327,49	28	14	10,3960	68,8637
19500	191230,84	29	14,5	10,6696	71,3232
20000	196134,2	30	15	10,9432	73,7826
20500	201037,55	31	15,5	11,2167	76,2420
21000	205940,91	32	16	11,4903	78,7014
21500	210844,26	33	16,5	11,7639	81,1608
22000	215747,62	34	17	12,0375	83,6203
22500	220650,97	35	17,5	12,3111	86,0797
23000	225554,33	36	18	12,5846	88,5391
23500	230457,68				
24000	235361,04				







**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 10

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 0\_2)**

Diperiksa : 7 November 2014

Po = 203,4 mm

Ao = 18739,01 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 29,08 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 11,632 MPa

Beban maksimum = 22242,0576 kgf

ε<sub>p</sub> = 46,706 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 24904,7232 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2617	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5233	0,0000
1500	14710,06	0	0	0,7850	0,0000
2000	19613,42	0	0	1,0467	0,0000
2500	24516,77	0	0	1,3083	0,0000
3000	29420,13	1	0,5	1,5700	2,4582
3500	34323,48	1	0,5	1,8317	2,4582
4000	39226,84	2	1	2,0933	4,9164
4500	44130,19	2	1	2,3550	4,9164
5000	49033,55	2	1	2,6167	4,9164
5500	53936,90	3	1,5	2,8783	7,3746
6000	58840,26	3	1,5	3,1400	7,3746
6500	63743,61	3	1,5	3,4017	7,3746
7000	68646,97	4	2	3,6633	9,8328
7500	73550,32	4	2	3,9250	9,8328
8000	78453,68	5	2,5	4,1867	12,2911
8500	83357,03	5	2,5	4,4483	12,2911
9000	88260,39	6	3	4,7100	14,7493
9500	93163,74	6	3	4,9716	14,7493
10000	98067,1	7	3,5	5,2333	17,2075
10500	102970,45	7	3,5	5,4950	17,2075
11000	107873,81	7	3,5	5,7566	17,2075
11500	112777,16	8	4	6,0183	19,6657
12000	117680,52	8	4	6,2800	19,6657
12500	122583,87	9	4,5	6,5416	22,1239
13000	127487,23	9	4,5	6,8033	22,1239
13500	132390,58	10	5	7,0650	24,5821
14000	137293,94	10	5	7,3266	24,5821
14500	142197,29	11	5,5	7,5883	27,0403
15000	147100,65	11	5,5	7,8500	27,0403

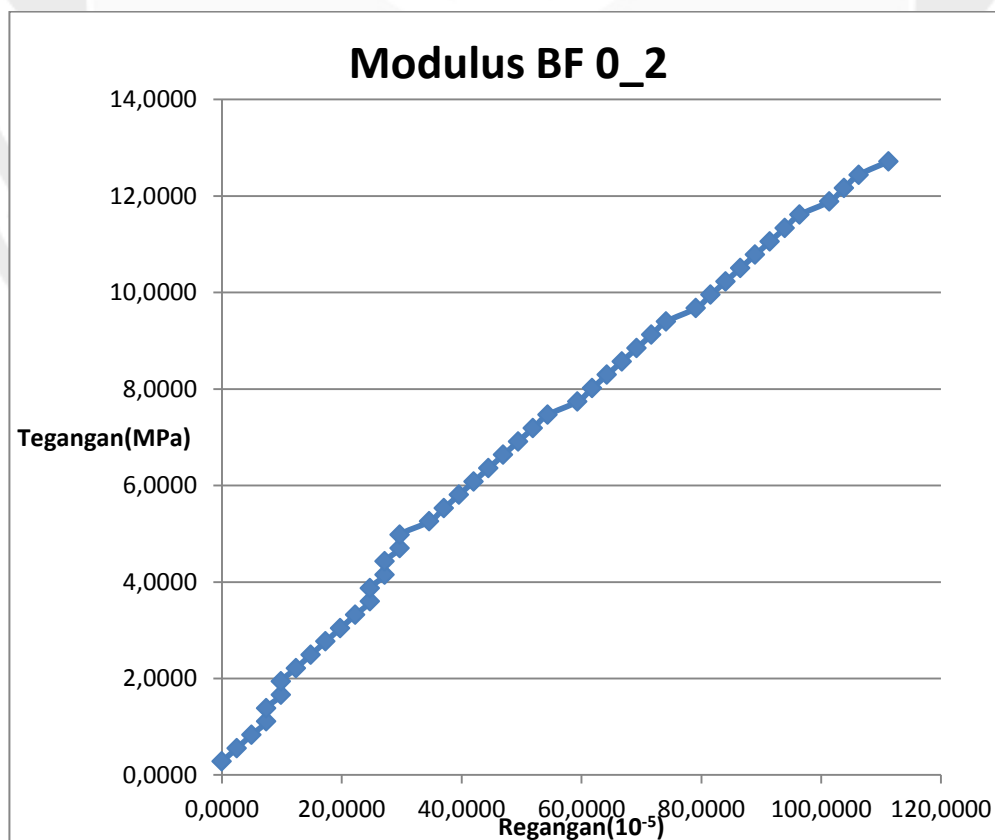


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	12	6	8,1116	29,4985
16000	156907,36	12	6	8,3733	29,4985
16500	161810,71	13	6,5	8,6350	31,9567
17000	166714,07	13	6,5	8,8966	31,9567
17500	171617,42	14	7	9,1583	34,4149
18000	176520,78	14	7	9,4200	34,4149
18500	181424,13	15	7,5	9,6816	36,8732
19000	186327,49	16	8	9,9433	39,3314
19500	191230,84	16	8	10,2050	39,3314
20000	196134,2	17	8,5	10,4666	41,7896
20500	201037,55	17	8,5	10,7283	41,7896
21000	205940,91	18	9	10,9900	44,2478
21500	210844,26	18	9	11,2516	44,2478
22000	215747,62	19	9,5	11,5133	46,7060
22500	220650,97	19	9,5	11,7750	46,7060
23000	225554,33	20	10	12,0366	49,1642
23500	230457,68	21	10,5	12,2983	51,6224
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 11

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 0\_3)**

Diperiksa : 7 November 2014

Po = 202,3 mm

Ao = 18200,95 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 29,94 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 11,976 MPa

Beban maksimum = 22242,3038 kgf

ε<sub>p</sub> = 60,52 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 19788,4997 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2694	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5388	0,0000
1500	14710,06	0	0	0,8082	0,0000
2000	19613,42	0	0	1,0776	0,0000
2500	24516,77	1	0,5	1,3470	2,4716
3000	29420,13	2	1	1,6164	4,9432
3500	34323,48	2	1	1,8858	4,9432
4000	39226,84	3	1,5	2,1552	7,4147
4500	44130,19	3	1,5	2,4246	7,4147
5000	49033,55	4	2	2,6940	9,8863
5500	53936,90	4	2	2,9634	9,8863
6000	58840,26	5	2,5	3,2328	12,3579
6500	63743,61	5	2,5	3,5022	12,3579
7000	68646,97	6	3	3,7716	14,8295
7500	73550,32	6	3	4,0410	14,8295
8000	78453,68	7	3,5	4,3104	17,3010
8500	83357,03	8	4	4,5798	19,7726
9000	88260,39	8	4	4,8492	19,7726
9500	93163,74	9	4,5	5,1186	22,2442
10000	98067,1	9	4,5	5,3880	22,2442
10500	102970,45	10	5	5,6574	24,7158
11000	107873,81	10	5	5,9268	24,7158
11500	112777,16	11	5,5	6,1962	27,1873
12000	117680,52	11	5,5	6,4656	27,1873
12500	122583,87	12	6	6,7350	29,6589
13000	127487,23	12	6	7,0044	29,6589
13500	132390,58	13	6,5	7,2738	32,1305
14000	137293,94	14	7	7,5432	34,6021
14500	142197,29	14	7	7,8126	34,6021
15000	147100,65	15	7,5	8,0820	37,0737

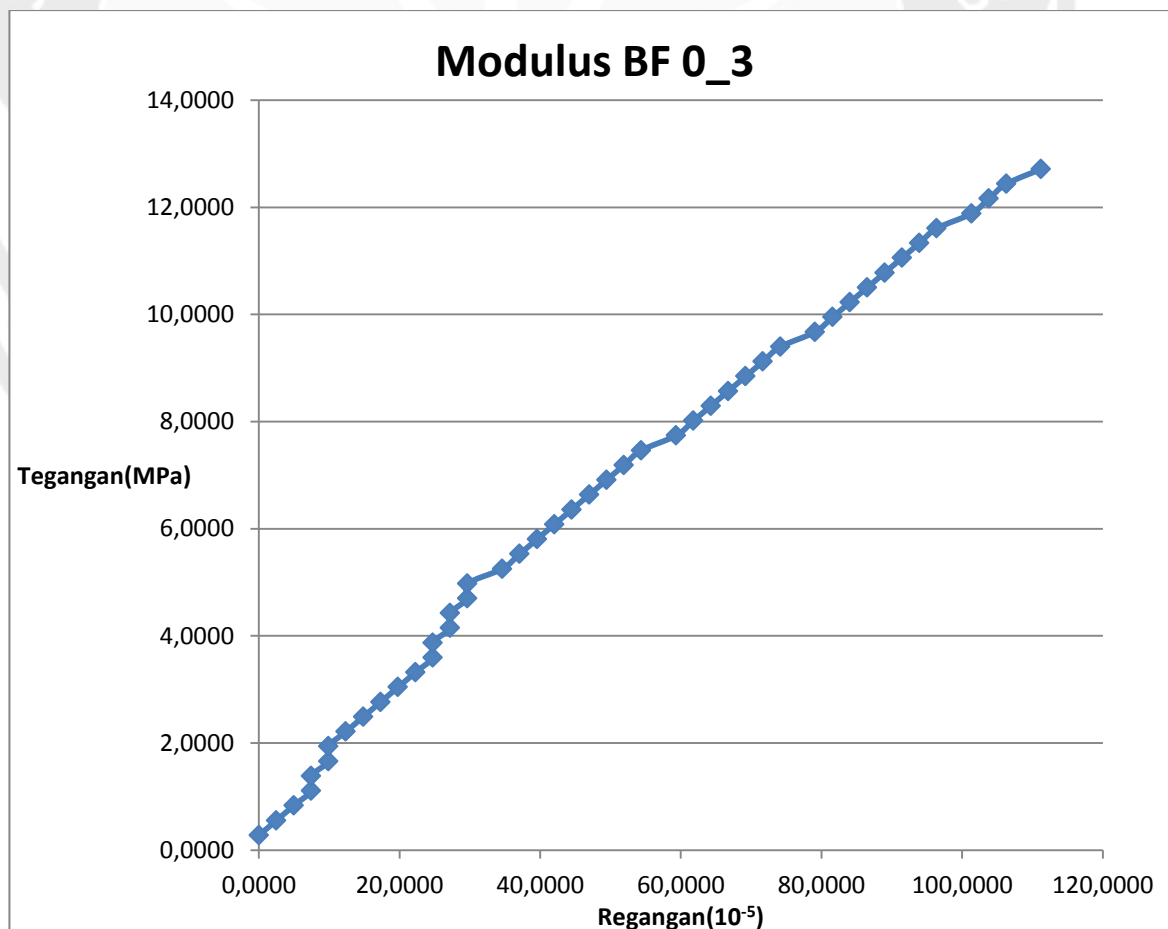


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	15	7,5	8,3514	37,0737
16000	156907,36	16	8	8,6208	39,5452
16500	161810,71	17	8,5	8,8902	42,0168
17000	166714,07	17	8,5	9,1596	42,0168
17500	171617,42	18	9	9,4290	44,4884
18000	176520,78	19	9,5	9,6984	46,9600
18500	181424,13	19	9,5	9,9678	46,9600
19000	186327,49	20	10	10,2372	49,4315
19500	191230,84	21	10,5	10,5066	51,9031
20000	196134,2	21	10,5	10,7760	51,9031
20500	201037,55	22	11	11,0454	54,3747
21000	205940,91	22	11	11,3148	54,3747
21500	210844,26	23	11,5	11,5842	56,8463
22000	215747,62	24	12	11,8536	59,3178
22500	220650,97	25	12,5	12,1230	61,7894
23000	225554,33	26	13	12,3924	64,2610
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 12

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 10\_1)**

Diperiksa : 8 November 2014

$P_o$  = 202,7 mm  
 $A_o$  = 17930,89 mm<sup>2</sup>  
Kuat desak maksimum = 24,26 MPa  
 $0,4 f_{maks}$  = 9,704 MPa  
Beban maksimum = 17755,2405 kgf  
 $\epsilon_p$  = 48,1265 x 10<sup>-5</sup>  
Modulus elastisitas = 20163,5274 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	f (MPa)	$\epsilon \times 10^{-5}$
500	4903,35	0	0	0,2735	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5469	0,0000
1500	14710,06	1	0,5	0,8204	2,4667
2000	19613,42	1	0,5	1,0938	2,4667
2500	24516,77	2	1	1,3673	4,9334
3000	29420,13	2	1	1,6408	4,9334
3500	34323,48	2	1	1,9142	4,9334
4000	39226,84	3	1,5	2,1877	7,4001
4500	44130,19	3	1,5	2,4611	7,4001
5000	49033,55	4	2	2,7346	9,8668
5500	53936,90	4	2	3,0080	9,8668
6000	58840,26	5	2,5	3,2815	12,3335
6500	63743,61	5	2,5	3,5550	12,3335
7000	68646,97	5	2,5	3,8284	12,3335
7500	73550,32	6	3	4,1019	14,8002
8000	78453,68	7	3,5	4,3753	17,2669
8500	83357,03	7	3,5	4,6488	17,2669
9000	88260,39	8	4	4,9223	19,7336
9500	93163,74	9	4,5	5,1957	22,2003
10000	98067,1	9	4,5	5,4692	22,2003
10500	102970,45	10	5	5,7426	24,6670
11000	107873,81	10	5	6,0161	24,6670
11500	112777,16	11	5,5	6,2895	27,1337
12000	117680,52	12	6	6,5630	29,6004
12500	122583,87	12	6	6,8365	29,6004
13000	127487,23	13	6,5	7,1099	32,0671
13500	132390,58	13	6,5	7,3834	32,0671
14000	137293,94	14	7	7,6568	34,5338
14500	142197,29	15	7,5	7,9303	37,0005
15000	147100,65	15	7,5	8,2038	37,0005

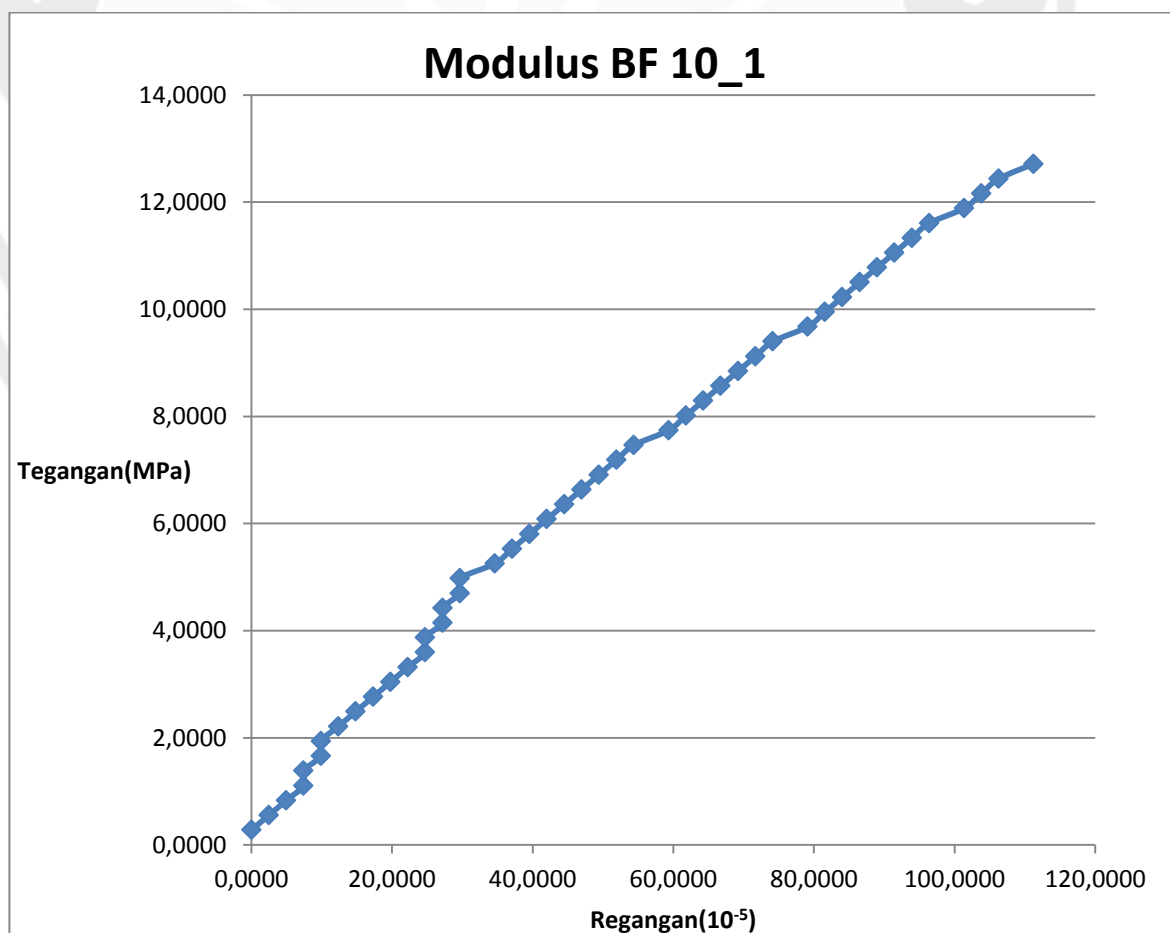


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	16	8	8,4772	39,4672
16000	156907,36	17	8,5	8,7507	41,9339
16500	161810,71	18	9	9,0241	44,4006
17000	166714,07	18	9	9,2976	44,4006
17500	171617,42	19	9,5	9,5710	46,8673
18000	176520,78	20	10	9,8445	49,3340
18500	181424,13	21	10,5	10,1180	51,8007
19000	186327,49	21	10,5	10,3914	51,8007
19500	191230,84	22	11	10,6649	54,2674
20000	196134,2	23	11,5	10,9383	56,7341
20500	201037,55	24	12	11,2118	59,2008
21000	205940,91	25	12,5	11,4853	61,6675
21500	210844,26	26	13	11,7587	64,1342
22000	215747,62	27	13,5	12,0322	66,6009
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 13

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 10\_2)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 202,5 mm

Ao = 17883,45 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 23,76 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 9,704 MPa

Beban maksimum = 17220,5303 kgf

ε<sub>p</sub> = 45,53 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 21313,4197 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2742	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5484	0,0000
1500	14710,06	1	0,5	0,8226	2,4691
2000	19613,42	1	0,5	1,0967	2,4691
2500	24516,77	2	1	1,3709	4,9383
3000	29420,13	3	1,5	1,6451	7,4074
3500	34323,48	3	1,5	1,9193	7,4074
4000	39226,84	4	2	2,1935	9,8765
4500	44130,19	4	2	2,4677	9,8765
5000	49033,55	5	2,5	2,7418	12,3457
5500	53936,90	6	3	3,0160	14,8148
6000	58840,26	6	3	3,2902	14,8148
6500	63743,61	7	3,5	3,5644	17,2840
7000	68646,97	7	3,5	3,8386	17,2840
7500	73550,32	8	4	4,1128	19,7531
8000	78453,68	8	4	4,3869	19,7531
8500	83357,03	9	4,5	4,6611	22,2222
9000	88260,39	10	5	4,9353	24,6914
9500	93163,74	10	5	5,2095	24,6914
10000	98067,1	10	5	5,4837	24,6914
10500	102970,45	11	5,5	5,7579	27,1605
11000	107873,81	11	5,5	6,0320	27,1605
11500	112777,16	12	6	6,3062	29,6296
12000	117680,52	12	6	6,5804	29,6296
12500	122583,87	13	6,5	6,8546	32,0988
13000	127487,23	13	6,5	7,1288	32,0988
13500	132390,58	14	7	7,4030	34,5679
14000	137293,94	15	7,5	7,6772	37,0370
14500	142197,29	15	7,5	7,9513	37,0370
15000	147100,65	16	8	8,2255	39,5062

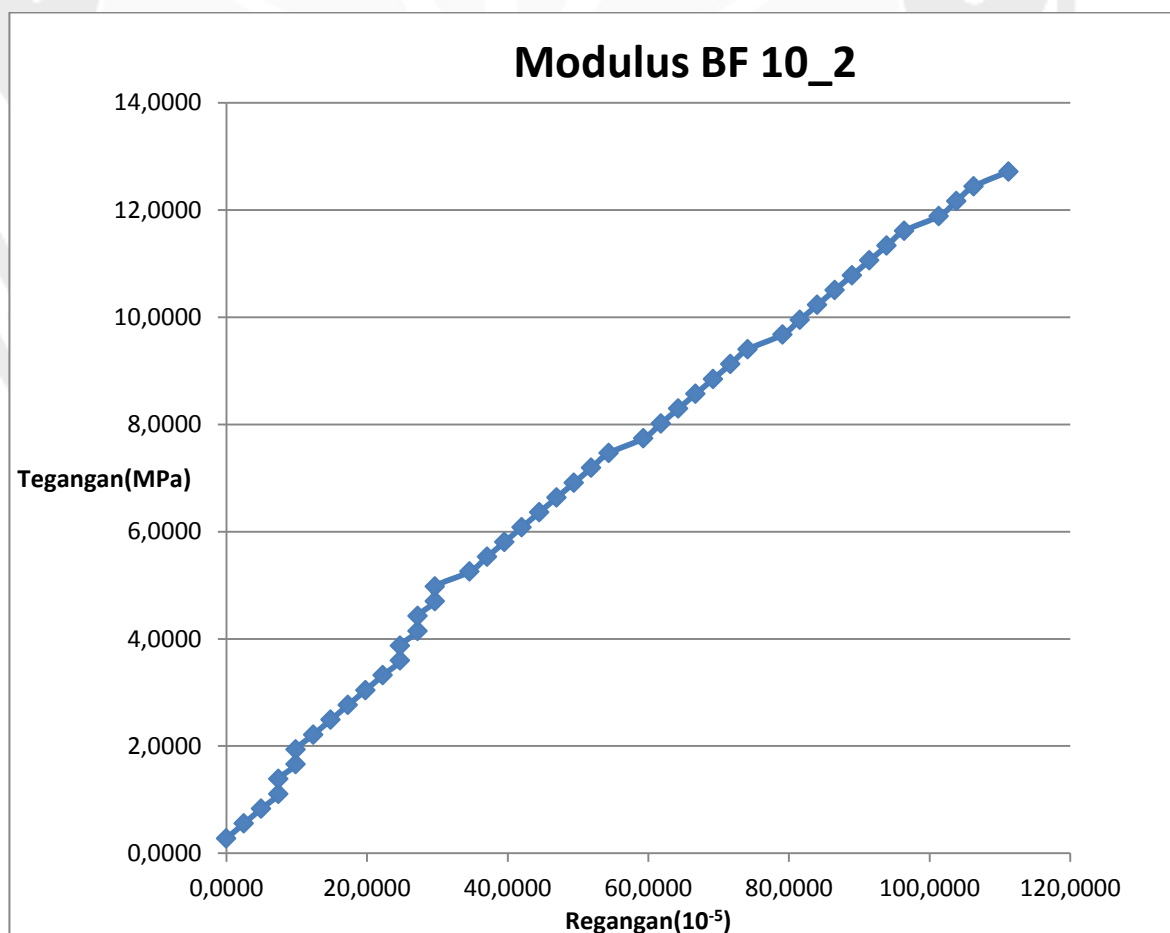


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	16	8	8,4997	39,5062
16000	156907,36	17	8,5	8,7739	41,9753
16500	161810,71	18	9	9,0481	44,4444
17000	166714,07	18	9	9,3223	44,4444
17500	171617,42	19	9,5	9,5964	46,9136
18000	176520,78	20	10	9,8706	49,3827
18500	181424,13	21	10,5	10,1448	51,8519
19000	186327,49	21	10,5	10,4190	51,8519
19500	191230,84	22	11	10,6932	54,3210
20000	196134,2	23	11,5	10,9674	56,7901
20500	201037,55	24	12	11,2415	59,2593
21000	205940,91	25	12,5	11,5157	61,7284
21500	210844,26	26	13	11,7899	64,1975
22000	215747,62	27	13,5	12,0641	66,6667
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				







**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 14

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 10\_3)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 202,7 mm  
Ao = 18408,82 mm<sup>2</sup>  
Kuat desak maksimum = 18,74 MPa  
0,4 *f<sub>maks</sub>* = 7,496 MPa  
Beban maksimum = 14080,8689 kgf  
 $\epsilon_p$  = 25,07 x 10<sup>-5</sup>  
Modulus elastisitas = 29900,2792 MPa  
Modulus elastisitas = 21313,4197 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	f (MPa)	$\epsilon \times 10^{-5}$
500	4903,35	0	0	0,2664	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5327	0,0000
1500	14710,06	0	0	0,7991	0,0000
2000	19613,42	0	0	1,0654	0,0000
2500	24516,77	1	0,5	1,3318	2,4667
3000	29420,13	1	0,5	1,5982	2,4667
3500	34323,48	1	0,5	1,8645	2,4667
4000	39226,84	2	1	2,1309	4,9334
4500	44130,19	2	1	2,3972	4,9334
5000	49033,55	2	1	2,6636	4,9334
5500	53936,90	3	1,5	2,9299	7,4001
6000	58840,26	3	1,5	3,1963	7,4001
6500	63743,61	3	1,5	3,4627	7,4001
7000	68646,97	4	2	3,7290	9,8668
7500	73550,32	4	2	3,9954	9,8668
8000	78453,68	5	2,5	4,2617	12,3335
8500	83357,03	5	2,5	4,5281	12,3335
9000	88260,39	6	3	4,7945	14,8002
9500	93163,74	6	3	5,0608	14,8002
10000	98067,1	6	3	5,3272	14,8002
10500	102970,45	7	3,5	5,5935	17,2669
11000	107873,81	7	3,5	5,8599	17,2669
11500	112777,16	8	4	6,1263	19,7336
12000	117680,52	8	4	6,3926	19,7336
12500	122583,87	9	4,5	6,6590	22,2003
13000	127487,23	9	4,5	6,9253	22,2003
13500	132390,58	10	5	7,1917	24,6670
14000	137293,94	10	5	7,4581	24,6670
14500	142197,29	11	5,5	7,7244	27,1337
15000	147100,65	11	5,5	7,9908	27,1337

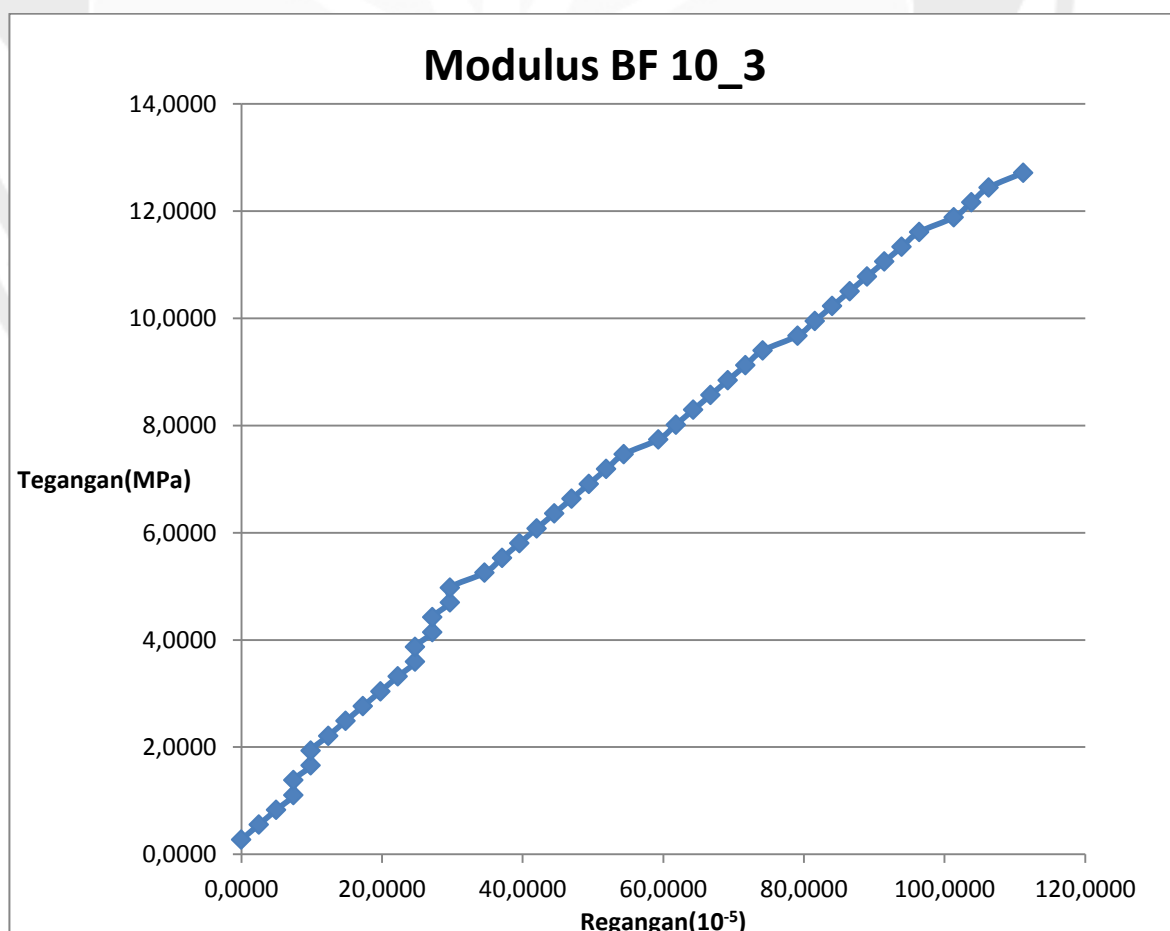


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	12	6	8,2571	29,6004
16000	156907,36	12	6	8,5235	29,6004
16500	161810,71	13	6,5	8,7898	32,0671
17000	166714,07	13	6,5	9,0562	32,0671
17500	171617,42	14	7	9,3226	34,5338
18000	176520,78	15	7,5	9,5889	37,0005
18500	181424,13	15	7,5	9,8553	37,0005
19000	186327,49	16	8	10,1216	39,4672
19500	191230,84	17	8,5	10,3880	41,9339
20000	196134,2	19	9,5	10,6544	46,8673
20500	201037,55	20	10	10,9207	49,3340
21000	205940,91	21	10,5	11,1871	51,8007
21500	210844,26				
22000	215747,62				
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 15

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 20\_1)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 203,3 mm

Ao = 19072,15 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 26,22 MPa

0,4 *f*<sub>maks</sub> = 10,488 MPa

Beban maksimum = 20411,0928 kgf

ε<sub>p</sub> = 97,94 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 10708,5971 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	1	0,5	0,2571	2,4594
1000	9806,71	2	1	0,5142	4,9188
1500	14710,06	3	1,5	0,7713	7,3783
2000	19613,42	4	2	1,0284	9,8377
2500	24516,77	4	2	1,2855	9,8377
3000	29420,13	5	2,5	1,5426	12,2971
3500	34323,48	7	3,5	1,7997	17,2159
4000	39226,84	8	4	2,0568	19,6754
4500	44130,19	9	4,5	2,3139	22,1348
5000	49033,55	10	5	2,5710	24,5942
5500	53936,90	10	5	2,8280	24,5942
6000	58840,26	10	5	3,0851	24,5942
6500	63743,61	11	5,5	3,3422	27,0536
7000	68646,97	12	6	3,5993	29,5130
7500	73550,32	13	6,5	3,8564	31,9725
8000	78453,68	14	7	4,1135	34,4319
8500	83357,03	15	7,5	4,3706	36,8913
9000	88260,39	16	8	4,6277	39,3507
9500	93163,74	17	8,5	4,8848	41,8101
10000	98067,1	18	9	5,1419	44,2696
10500	102970,45	19	9,5	5,3990	46,7290
11000	107873,81	20	10	5,6561	49,1884
11500	112777,16	21	10,5	5,9132	51,6478
12000	117680,52	22	11	6,1703	54,1072
12500	122583,87	23	11,5	6,4274	56,5667
13000	127487,23	24	12	6,6845	59,0261
13500	132390,58	25	12,5	6,9416	61,4855
14000	137293,94	26	13	7,1987	63,9449
14500	142197,29	27	13,5	7,4558	66,4043
15000	147100,65	28	14	7,7129	68,8637

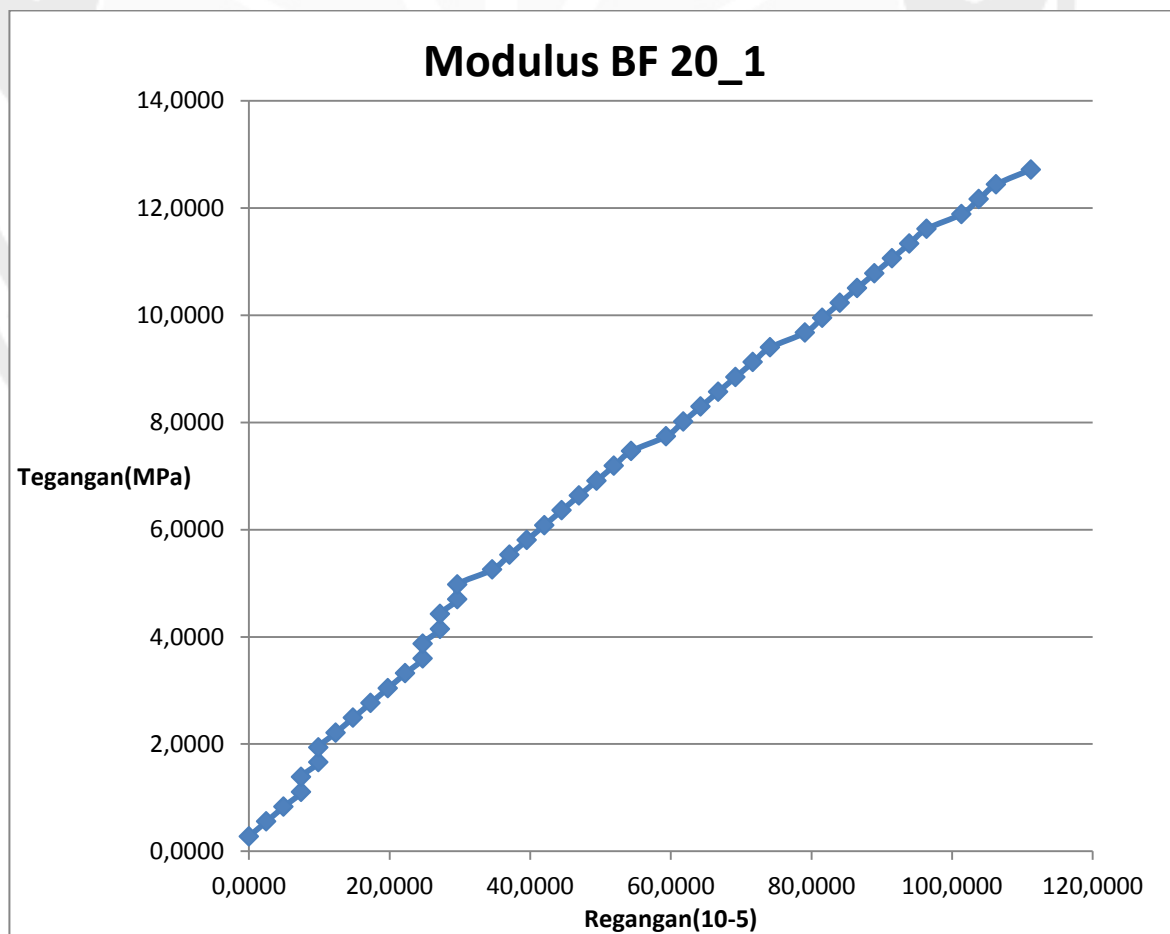


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	29	14,5	7,9699	71,3232
16000	156907,36	30	15	8,2270	73,7826
16500	161810,71	31	15,5	8,4841	76,2420
17000	166714,07	34	17	8,7412	83,6203
17500	171617,42	34	17	8,9983	83,6203
18000	176520,78	35	17,5	9,2554	86,0797
18500	181424,13	36	18	9,5125	88,5391
19000	186327,49	37	18,5	9,7696	90,9985
19500	191230,84	38	19	10,0267	93,4579
20000	196134,2	39	19,5	10,2838	95,9174
20500	201037,55	40	20	10,5409	98,3768
21000	205940,91	41	20,5	10,7980	100,8362
21500	210844,26	42	21	11,0551	103,2956
22000	215747,62	44	22	11,3122	108,2145
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 16

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 20\_2)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 203,3 mm  
Ao = 18057,73 mm<sup>2</sup>  
Kuat desak maksimum = 29,63 MPa  
0,4 *f*<sub>maks</sub> = 11,852 MPa  
Beban maksimum = 21838,7976 kgf  
ε<sub>p</sub> = 47,60 x 10<sup>-5</sup>  
Modulus elastisitas = 24899,1597 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2715	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5431	0,0000
1500	14710,06	1	0,5	0,8146	2,4594
2000	19613,42	1	0,5	1,0862	2,4594
2500	24516,77	1	0,5	1,3577	2,4594
3000	29420,13	1	0,5	1,6292	2,4594
3500	34323,48	2	1	1,9008	4,9188
4000	39226,84	2	1	2,1723	4,9188
4500	44130,19	2	1	2,4438	4,9188
5000	49033,55	3	1,5	2,7154	7,3783
5500	53936,90	3	1,5	2,9869	7,3783
6000	58840,26	3	1,5	3,2585	7,3783
6500	63743,61	4	2	3,5300	9,8377
7000	68646,97	4	2	3,8015	9,8377
7500	73550,32	4	2	4,0731	9,8377
8000	78453,68	5	2,5	4,3446	12,2971
8500	83357,03	5	2,5	4,6161	12,2971
9000	88260,39	6	3	4,8877	14,7565
9500	93163,74	6	3	5,1592	14,7565
10000	98067,1	6	3	5,4308	14,7565
10500	102970,45	7	3,5	5,7023	17,2159
11000	107873,81	7	3,5	5,9738	17,2159
11500	112777,16	8	4	6,2454	19,6754
12000	117680,52	8	4	6,5169	19,6754
12500	122583,87	9	4,5	6,7884	22,1348
13000	127487,23	9	4,5	7,0600	22,1348
13500	132390,58	10	5	7,3315	24,5942
14000	137293,94	10	5	7,6031	24,5942
14500	142197,29	11	5,5	7,8746	27,0536
15000	147100,65	11	5,5	8,1461	27,0536

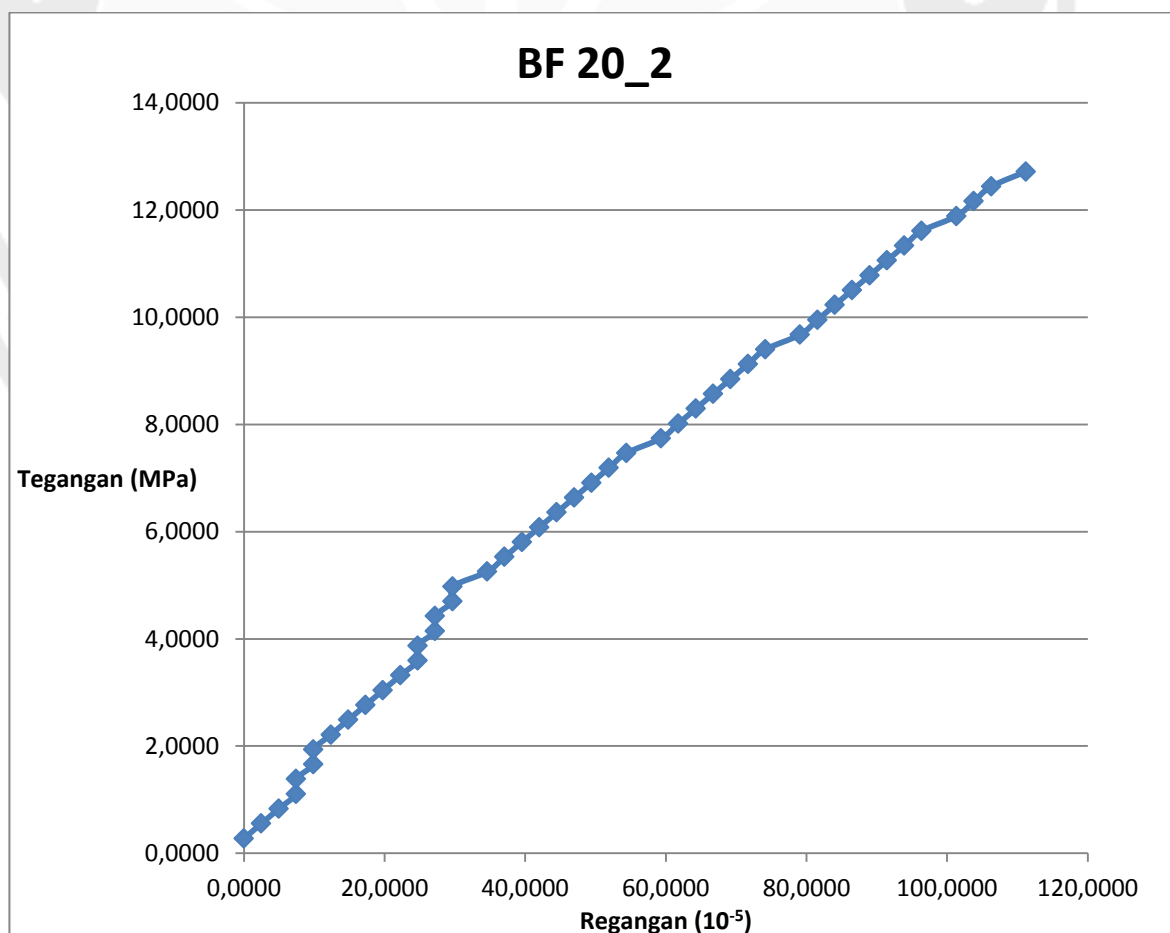


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	12	6	8,4177	29,5130
16000	156907,36	12	6	8,6892	29,5130
16500	161810,71	13	6,5	8,9607	31,9725
17000	166714,07	13	6,5	9,2323	31,9725
17500	171617,42	14	7	9,5038	34,4319
18000	176520,78	14	7	9,7754	34,4319
18500	181424,13	15	7,5	10,0469	36,8913
19000	186327,49	16	8	10,3184	39,3507
19500	191230,84	17	8,5	10,5900	41,8101
20000	196134,2	17	8,5	10,8615	41,8101
20500	201037,55	17	8,5	11,1330	41,8101
21000	205940,91	18	9	11,4046	44,2696
21500	210844,26	18	9	11,6761	44,2696
22000	215747,62	20	10	11,9477	49,1884
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 17

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 20\_3)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 203,3 mm

Ao = 18625,93 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 25,5 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 10,2 MPa

Beban maksimum = 19386,1720 kgf

ε<sub>p</sub> = 53,55 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 19047,6191 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2633	0,0000
1000	9806,71	1	0,5	0,5265	2,4594
1500	14710,06	1	0,5	0,7898	2,4594
2000	19613,42	1	0,5	1,0530	2,4594
2500	24516,77	2	1	1,3163	4,9188
3000	29420,13	2	1	1,5795	4,9188
3500	34323,48	3	1,5	1,8428	7,3783
4000	39226,84	3	1,5	2,1060	7,3783
4500	44130,19	3	1,5	2,3693	7,3783
5000	49033,55	4	2	2,6325	9,8377
5500	53936,90	4	2	2,8958	9,8377
6000	58840,26	5	2,5	3,1591	12,2971
6500	63743,61	5	2,5	3,4223	12,2971
7000	68646,97	6	3	3,6856	14,7565
7500	73550,32	6	3	3,9488	14,7565
8000	78453,68	7	3,5	4,2121	17,2159
8500	83357,03	7	3,5	4,4753	17,2159
9000	88260,39	8	4	4,7386	19,6754
9500	93163,74	8	4	5,0018	19,6754
10000	98067,1	9	4,5	5,2651	22,1348
10500	102970,45	10	5	5,5283	24,5942
11000	107873,81	10	5	5,7916	24,5942
11500	112777,16	11	5,5	6,0548	27,0536
12000	117680,52	11	5,5	6,3181	27,0536
12500	122583,87	12	6	6,5814	29,5130
13000	127487,23	13	6,5	6,8446	31,9725
13500	132390,58	14	7	7,1079	34,4319
14000	137293,94	15	7,5	7,3711	36,8913
14500	142197,29	16	8	7,6344	39,3507
15000	147100,65	16	8	7,8976	39,3507

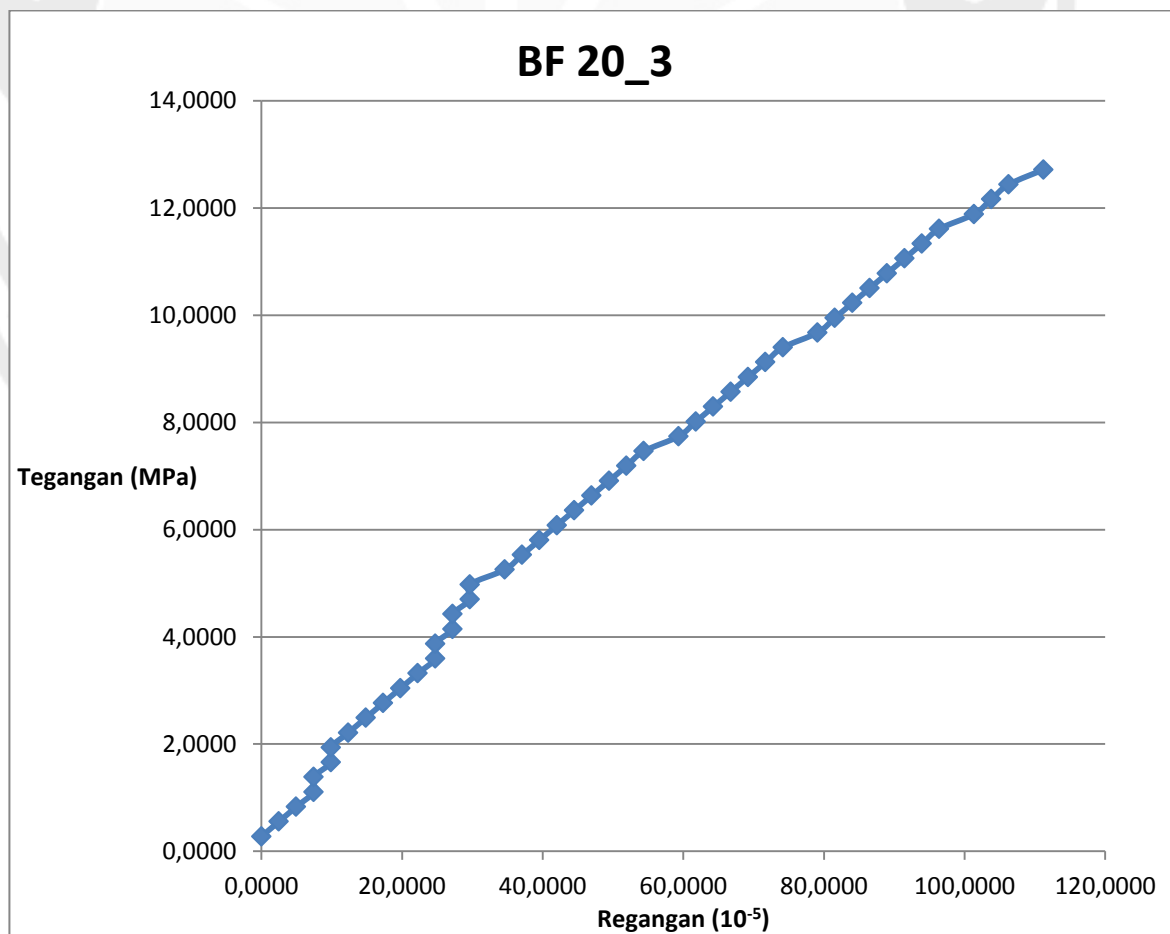


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	17	8,5	8,1609	41,8101
16000	156907,36	17	8,5	8,4241	41,8101
16500	161810,71	18	9	8,6874	44,2696
17000	166714,07	19	9,5	8,9506	46,7290
17500	171617,42	19	9,5	9,2139	46,7290
18000	176520,78	20	10	9,4772	49,1884
18500	181424,13	21	10,5	9,7404	51,6478
19000	186327,49	21	10,5	10,0037	51,6478
19500	191230,84	22	11	10,2669	54,1072
20000	196134,2	23	11,5	10,5302	56,5667
20500	201037,55	24	12	10,7934	59,0261
21000	205940,91	24	12	11,0567	59,0261
21500	210844,26	24	12	11,3199	59,0261
22000	215747,62	25	12,5	11,5832	61,4855
22500	220650,97	25	12,5	11,8464	61,4855
23000	225554,33	26	13	12,1097	63,9449
23500	230457,68				
24000	235361,04				







**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 18

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 30\_1)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 202,8 mm

Ao = 17749,36 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 25,92 MPa

0,4 *f*<sub>maks</sub> = 10,368 MPa

Beban maksimum = 18778,0984 kgf

ε<sub>p</sub> = 64,1026 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 16174,0709 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2763	0,0000
1000	9806,71	1	0,5	0,5525	2,4655
1500	14710,06	2	1	0,8288	4,9310
2000	19613,42	2	1	1,1050	4,9310
2500	24516,77	3	1,5	1,3813	7,3964
3000	29420,13	4	2	1,6575	9,8619
3500	34323,48	4	2	1,9338	9,8619
4000	39226,84	5	2,5	2,2100	12,3274
4500	44130,19	6	3	2,4863	14,7929
5000	49033,55	6	3	2,7626	14,7929
5500	53936,90	7	3,5	3,0388	17,2584
6000	58840,26	8	4	3,3151	19,7239
6500	63743,61	9	4,5	3,5913	22,1893
7000	68646,97	9	4,5	3,8676	22,1893
7500	73550,32	10	5	4,1438	24,6548
8000	78453,68	10	5	4,4201	24,6548
8500	83357,03	11	5,5	4,6963	27,1203
9000	88260,39	12	6	4,9726	29,5858
9500	93163,74	12	6	5,2489	29,5858
10000	98067,1	12	6	5,5251	29,5858
10500	102970,45	13	6,5	5,8014	32,0513
11000	107873,81	14	7	6,0776	34,5168
11500	112777,16	15	7,5	6,3539	36,9822
12000	117680,52	15	7,5	6,6301	36,9822
12500	122583,87	16	8	6,9064	39,4477
13000	127487,23	17	8,5	7,1826	41,9132
13500	132390,58	18	9	7,4589	44,3787
14000	137293,94	19	9,5	7,7351	46,8442
14500	142197,29	19	9,5	8,0114	46,8442
15000	147100,65	20	10	8,2877	49,3097

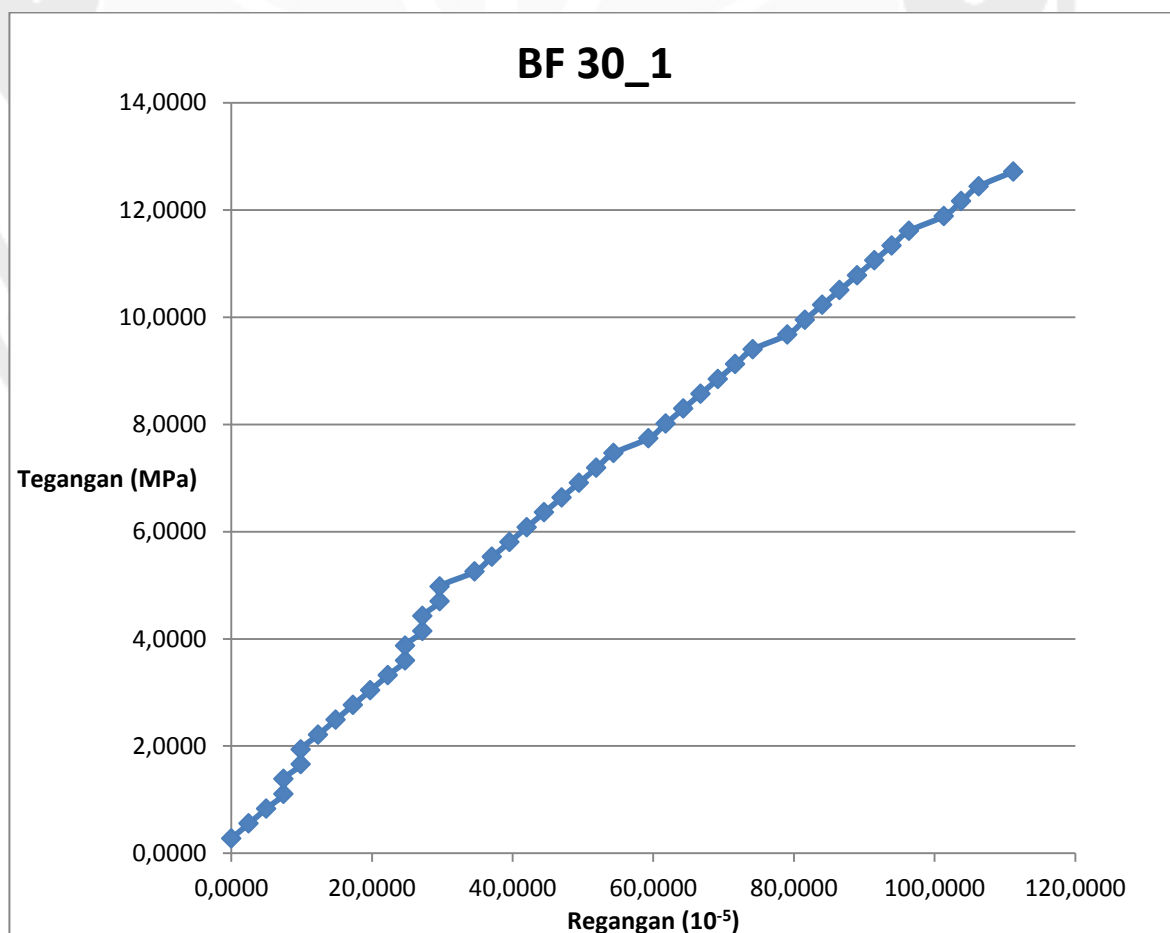


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	21	10,5	8,5639	51,7751
16000	156907,36	21	10,5	8,8402	51,7751
16500	161810,71	22	11	9,1164	54,2406
17000	166714,07	23	11,5	9,3927	56,7061
17500	171617,42	24	12	9,6689	59,1716
18000	176520,78	25	12,5	9,9452	61,6371
18500	181424,13	26	13	10,2214	64,1026
19000	186327,49	26	13	10,4977	64,1026
19500	191230,84	27	13,5	10,7740	66,5680
20000	196134,2	28	14	11,0502	69,0335
20500	201037,55	29	14,5	11,3265	71,4990
21000	205940,91	30	15	11,6027	73,9645
21500	210844,26	31	15,5	11,8790	76,4300
22000	215747,62	32	16	12,1552	78,8955
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 19

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 30\_2)**

Diperiksa : 8 November 2014

Po = 202,8 mm

Ao = 18272,77 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 24,35 MPa

0,4 *f*<sub>maks</sub> = 9,74 MPa

Beban maksimum = 18160,8959 kgf

ε<sub>p</sub> = 55,03 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 17699,4367 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2683	0,0000
1000	9806,71	1	0,5	0,5367	2,4655
1500	14710,06	1	0,5	0,8050	2,4655
2000	19613,42	2	1	1,0734	4,9310
2500	24516,77	2	1	1,3417	4,9310
3000	29420,13	3	1,5	1,6101	7,3964
3500	34323,48	3	1,5	1,8784	7,3964
4000	39226,84	4	2	2,1467	9,8619
4500	44130,19	4	2	2,4151	9,8619
5000	49033,55	5	2,5	2,6834	12,3274
5500	53936,90	5	2,5	2,9518	12,3274
6000	58840,26	6	3	3,2201	14,7929
6500	63743,61	6	3	3,4884	14,7929
7000	68646,97	7	3,5	3,7568	17,2584
7500	73550,32	8	4	4,0251	19,7239
8000	78453,68	8	4	4,2935	19,7239
8500	83357,03	9	4,5	4,5618	22,1893
9000	88260,39	9	4,5	4,8302	22,1893
9500	93163,74	10	5	5,0985	24,6548
10000	98067,1	10	5	5,3668	24,6548
10500	102970,45	11	5,5	5,6352	27,1203
11000	107873,81	12	6	5,9035	29,5858
11500	112777,16	12	6	6,1719	29,5858
12000	117680,52	13	6,5	6,4402	32,0513
12500	122583,87	13	6,5	6,7086	32,0513
13000	127487,23	14	7	6,9769	34,5168
13500	132390,58	15	7,5	7,2452	36,9822
14000	137293,94	15	7,5	7,5136	36,9822
14500	142197,29	16	8	7,7819	39,4477
15000	147100,65	17	8,5	8,0503	41,9132

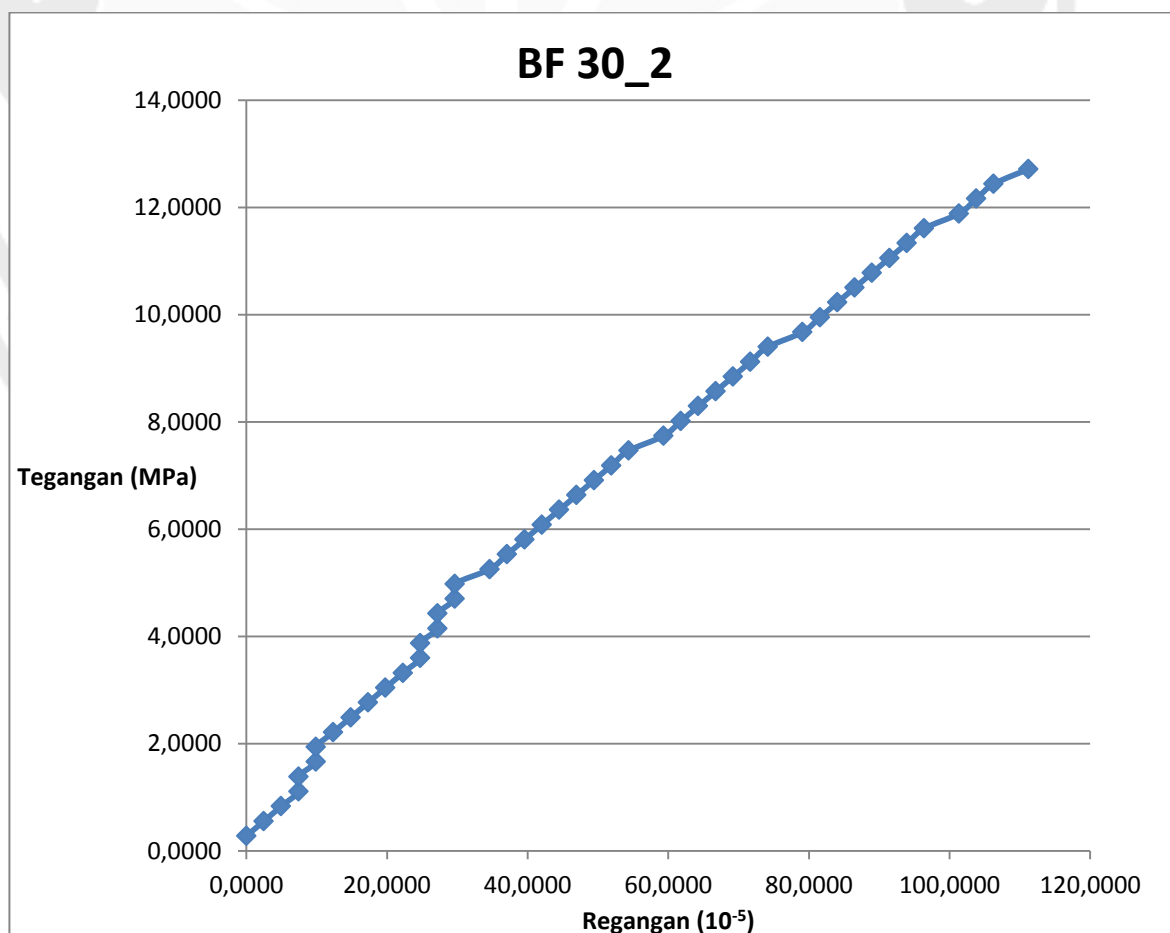


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	18	9	8,3186	44,3787
16000	156907,36	18	9	8,5869	44,3787
16500	161810,71	19	9,5	8,8553	46,8442
17000	166714,07	20	10	9,1236	49,3097
17500	171617,42	21	10,5	9,3920	51,7751
18000	176520,78	22	11	9,6603	54,2406
18500	181424,13	23	11,5	9,9287	56,7061
19000	186327,49	24	12	10,1970	59,1716
19500	191230,84	25	12,5	10,4653	61,6371
20000	196134,2	26	13	10,7337	64,1026
20500	201037,55	27	13,5	11,0020	66,5680
21000	205940,91	28	14	11,2704	69,0335
21500	210844,26	29	14,5	11,5387	71,4990
22000	215747,62	30	15	11,8071	73,9645
22500	220650,97	31	15,5	12,0754	76,4300
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 20

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 30\_3)**

Diperiksa : 8 November 2014

$P_o$  = 202,8 mm  
 $A_o$  = 18803,79 mm<sup>2</sup>  
Kuat desak maksimum = 27,92 MPa  
 $0,4 f_{maks}$  = 11,168 MPa  
Beban maksimum = 21428,6456 kgf  
 $\epsilon_p$  = 71,1472 x 10<sup>-5</sup>  
Modulus elastisitas = 15697,0338 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$ (mm)	f (MPa)	$\epsilon \times 10^{-5}$
500	4903,35	1	0,5	0,2608	2,4655
1000	9806,71	1	0,5	0,5215	2,4655
1500	14710,06	2	1	0,7823	4,9310
2000	19613,42	3	1,5	1,0431	7,3964
2500	24516,77	3	1,5	1,3038	7,3964
3000	29420,13	4	2	1,5646	9,8619
3500	34323,48	5	2,5	1,8253	12,3274
4000	39226,84	5	2,5	2,0861	12,3274
4500	44130,19	6	3	2,3469	14,7929
5000	49033,55	7	3,5	2,6076	17,2584
5500	53936,90	7	3,5	2,8684	17,2584
6000	58840,26	8	4	3,1292	19,7239
6500	63743,61	9	4,5	3,3899	22,1893
7000	68646,97	9	4,5	3,6507	22,1893
7500	73550,32	10	5	3,9115	24,6548
8000	78453,68	10	5	4,1722	24,6548
8500	83357,03	11	5,5	4,4330	27,1203
9000	88260,39	11	5,5	4,6938	27,1203
9500	93163,74	12	6	4,9545	29,5858
10000	98067,1	13	6,5	5,2153	32,0513
10500	102970,45	13	6,5	5,4760	32,0513
11000	107873,81	14	7	5,7368	34,5168
11500	112777,16	14	7	5,9976	34,5168
12000	117680,52	14	7	6,2583	34,5168
12500	122583,87	16	8	6,5191	39,4477
13000	127487,23	16	8	6,7799	39,4477
13500	132390,58	17	8,5	7,0406	41,9132
14000	137293,94	17	8,5	7,3014	41,9132
14500	142197,29	18	9	7,5622	44,3787
15000	147100,65	19	9,5	7,8229	46,8442

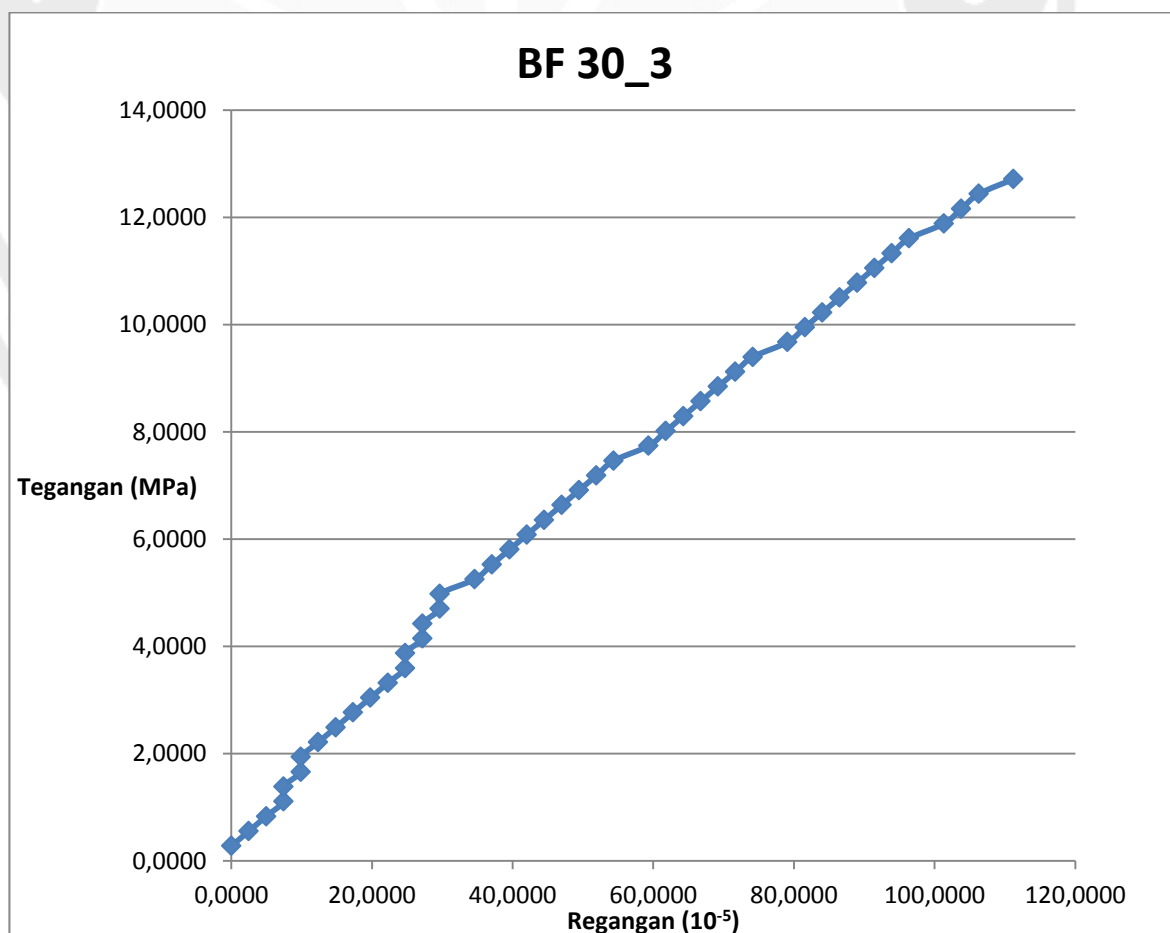


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	20	10	8,0837	49,3097
16000	156907,36	21	10,5	8,3445	51,7751
16500	161810,71	22	11	8,6052	54,2406
17000	166714,07	22	11	8,8660	54,2406
17500	171617,42	23	11,5	9,1267	56,7061
18000	176520,78	23	11,5	9,3875	56,7061
18500	181424,13	24	12	9,6483	59,1716
19000	186327,49	25	12,5	9,9090	61,6371
19500	191230,84	26	13	10,1698	64,1026
20000	196134,2	27	13,5	10,4306	66,5680
20500	201037,55	27	13,5	10,6913	66,5680
21000	205940,91	28	14	10,9521	69,0335
21500	210844,26	29	14,5	11,2129	71,4990
22000	215747,62	30	15	11,4736	73,9645
22500	220650,97	31	15,5	11,7344	76,4300
23000	225554,33	32	16	11,9952	78,8955
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 21

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 40\_1)**

Diperiksa : 10 November 2014

Po = 202,3 mm

Ao = 18690,51 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 26,75 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 10,7 MPa

Beban maksimum = 20406,5378 kgf

ε<sub>p</sub> = 93,46 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 11448,7481 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2764	0,0000
1000	9806,71	1	0,5	0,5528	2,4716
1500	14710,06	2	1	0,8291	4,9432
2000	19613,42	3	1,5	1,1055	7,4147
2500	24516,77	3	1,5	1,3819	7,4147
3000	29420,13	4	2	1,6583	9,8863
3500	34323,48	4	2	1,9346	9,8863
4000	39226,84	5	2,5	2,2110	12,3579
4500	44130,19	6	3	2,4874	14,8295
5000	49033,55	7	3,5	2,7638	17,3010
5500	53936,90	8	4	3,0402	19,7726
6000	58840,26	9	4,5	3,3165	22,2442
6500	63743,61	10	5	3,5929	24,7158
7000	68646,97	10	5	3,8693	24,7158
7500	73550,32	11	5,5	4,1457	27,1873
8000	78453,68	11	5,5	4,4220	27,1873
8500	83357,03	12	6	4,6984	29,6589
9000	88260,39	12	6	4,9748	29,6589
9500	93163,74	14	7	5,2512	34,6021
10000	98067,1	15	7,5	5,5276	37,0737
10500	102970,45	16	8	5,8039	39,5452
11000	107873,81	17	8,5	6,0803	42,0168
11500	112777,16	18	9	6,3567	44,4884
12000	117680,52	19	9,5	6,6331	46,9600
12500	122583,87	20	10	6,9095	49,4315
13000	127487,23	21	10,5	7,1858	51,9031
13500	132390,58	22	11	7,4622	54,3747
14000	137293,94	24	12	7,7386	59,3178
14500	142197,29	25	12,5	8,0150	61,7894
15000	147100,65	26	13	8,2913	64,2610

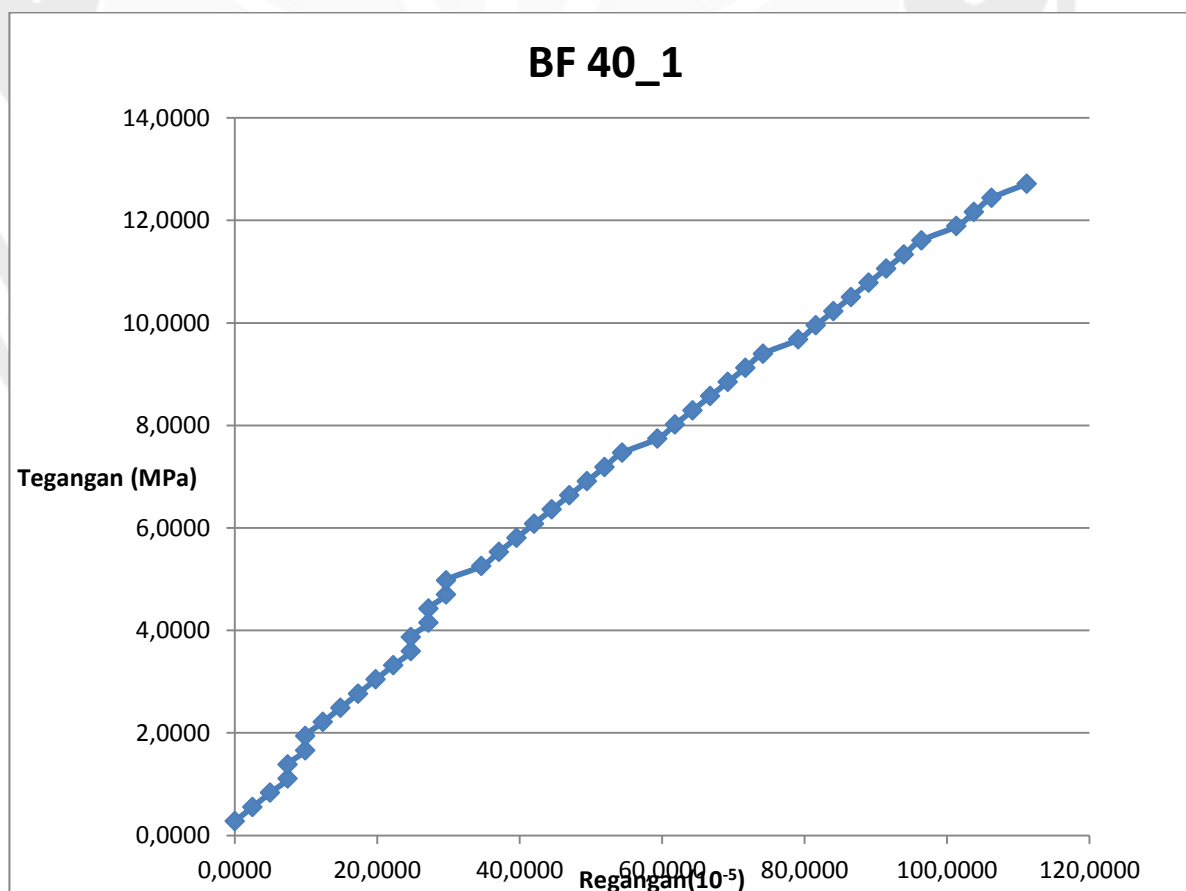


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	27	13,5	8,5677	66,7326
16000	156907,36	28	14	8,8441	69,2042
16500	161810,71	29	14,5	9,1205	71,6757
17000	166714,07	30	15	9,3969	74,1473
17500	171617,42	32	16	9,6732	79,0905
18000	176520,78	33	16,5	9,9496	81,5620
18500	181424,13	34	17	10,2260	84,0336
19000	186327,49	35	17,5	10,5024	86,5052
19500	191230,84	36	18	10,7787	88,9768
20000	196134,2	37	18,5	11,0551	91,4483
20500	201037,55	38	19	11,3315	93,9199
21000	205940,91	39	19,5	11,6079	96,3915
21500	210844,26	41	20,5	11,8843	101,3347
22000	215747,62	42	21	12,1606	103,8062
22500	220650,97	43	21,5	12,4370	106,2778
23000	225554,33	45	22,5	12,7134	111,2210
23500	230457,68				
24000	235361,04				







**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 22

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 40\_2)**

Diperiksa : 10 November 2014

Po = 202,3 mm

Ao = 17741,48 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 23,67 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 9,468 MPa

Beban maksimum = 17140,4421 kgf

ε<sub>p</sub> = 47,65 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 19869,8846 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	0	0	0,2764	0,0000
1000	9806,71	0	0	0,5528	0,0000
1500	14710,06	0	0	0,8291	0,0000
2000	19613,42	1	0,5	1,1055	2,4716
2500	24516,77	1	0,5	1,3819	2,4716
3000	29420,13	2	1	1,6583	4,9432
3500	34323,48	3	1,5	1,9346	7,4147
4000	39226,84	4	2	2,2110	9,8863
4500	44130,19	4	2	2,4874	9,8863
5000	49033,55	5	2,5	2,7638	12,3579
5500	53936,90	6	3	3,0402	14,8295
6000	58840,26	7	3,5	3,3165	17,3010
6500	63743,61	8	4	3,5929	19,7726
7000	68646,97	9	4,5	3,8693	22,2442
7500	73550,32	9	4,5	4,1457	22,2442
8000	78453,68	9	4,5	4,4220	22,2442
8500	83357,03	10	5	4,6984	24,7158
9000	88260,39	10	5	4,9748	24,7158
9500	93163,74	11	5,5	5,2512	27,1873
10000	98067,1	11	5,5	5,5276	27,1873
10500	102970,45	12	6	5,8039	29,6589
11000	107873,81	12	6	6,0803	29,6589
11500	112777,16	13	6,5	6,3567	32,1305
12000	117680,52	13	6,5	6,6331	32,1305
12500	122583,87	14	7	6,9095	34,6021
13000	127487,23	14	7	7,1858	34,6021
13500	132390,58	15	7,5	7,4622	37,0737
14000	137293,94	16	8	7,7386	39,5452
14500	142197,29	16	8	8,0150	39,5452
15000	147100,65	17	8,5	8,2913	42,0168

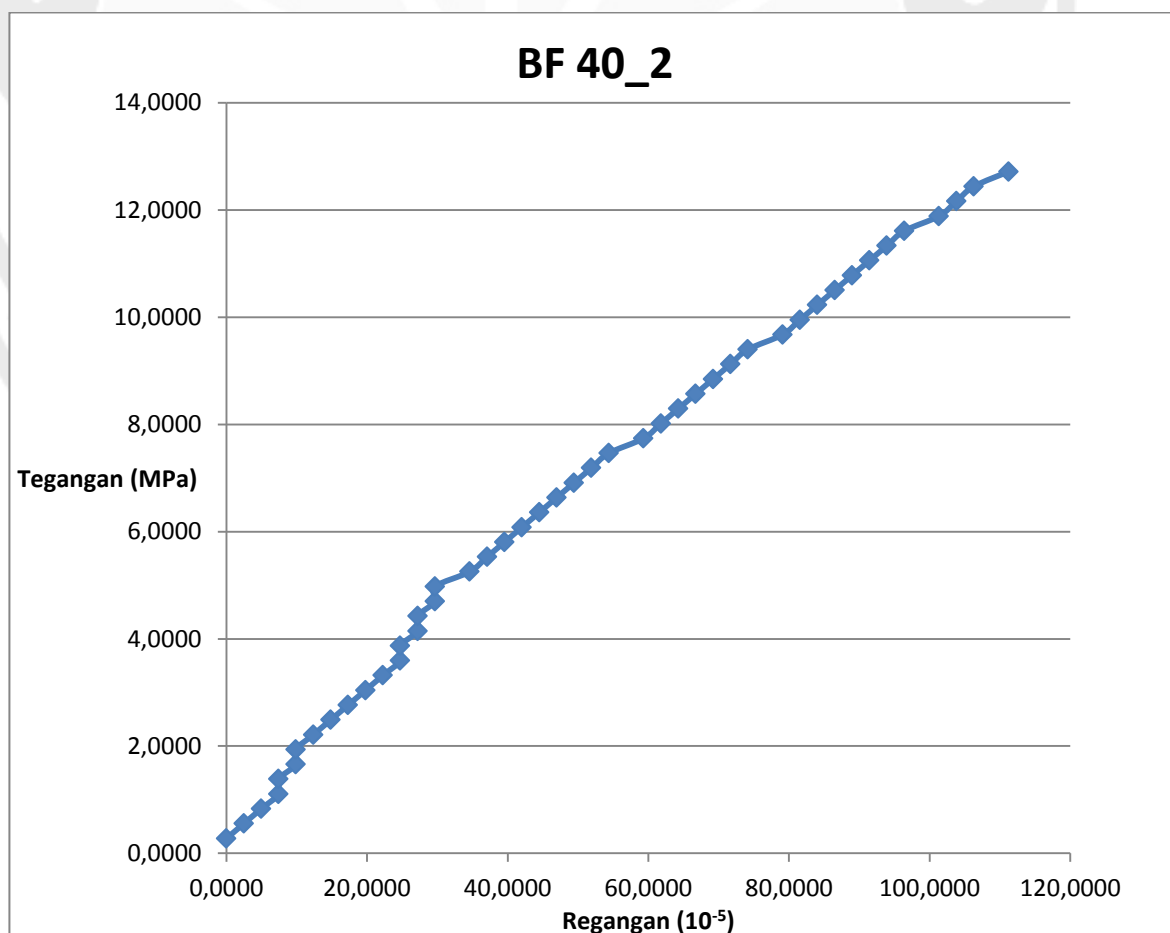


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	17	8,5	8,5677	42,0168
16000	156907,36	18	9	8,8441	44,4884
16500	161810,71	19	9,5	9,1205	46,9600
17000	166714,07	19	9,5	9,3969	46,9600
17500	171617,42	20	10	9,6732	49,4315
18000	176520,78	21	10,5	9,9496	51,9031
18500	181424,13	21	10,5	10,2260	51,9031
19000	186327,49	22	11	10,5024	54,3747
19500	191230,84	23	11,5	10,7787	56,8463
20000	196134,2	24	12	11,0551	59,3178
20500	201037,55	25	12,5	11,3315	61,7894
21000	205940,91	26	13	11,6079	64,2610
21500	210844,26	26	13	11,8843	64,2610
22000	215747,62	27	13,5	12,1606	66,7326
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 23

**PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS BETON (BF 40\_3)**

Diperiksa : 10 November 2014

Po = 202,3 mm

Ao = 18137,22 mm<sup>2</sup>

Kuat desak maksimum = 23,67 MPa

0,4 *f<sub>maks</sub>* = 9,468 MPa

Beban maksimum = 17134,3072 kgf

ε<sub>p</sub> = 45,15 x 10<sup>-5</sup>

Modulus elastisitas = 20970,0997 MPa

Beban (kgf)	Beban (N)	Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	0,5 Δp x 10 <sup>-2</sup> (mm)	f (MPa)	ε x 10 <sup>-5</sup>
500	4903,35	1	0,5	0,2703	2,4716
1000	9806,71	1	0,5	0,5407	2,4716
1500	14710,06	1	0,5	0,8110	2,4716
2000	19613,42	2	1	1,0814	4,9432
2500	24516,77	2	1	1,3517	4,9432
3000	29420,13	3	1,5	1,6221	7,4147
3500	34323,48	3	1,5	1,8924	7,4147
4000	39226,84	4	2	2,1628	9,8863
4500	44130,19	4	2	2,4331	9,8863
5000	49033,55	5	2,5	2,7035	12,3579
5500	53936,90	5	2,5	2,9738	12,3579
6000	58840,26	6	3	3,2442	14,8295
6500	63743,61	6	3	3,5145	14,8295
7000	68646,97	7	3,5	3,7849	17,3010
7500	73550,32	7	3,5	4,0552	17,3010
8000	78453,68	8	4	4,3256	19,7726
8500	83357,03	8	4	4,5959	19,7726
9000	88260,39	9	4,5	4,8663	22,2442
9500	93163,74	9	4,5	5,1366	22,2442
10000	98067,1	10	5	5,4070	24,7158
10500	102970,45	10	5	5,6773	24,7158
11000	107873,81	11	5,5	5,9476	27,1873
11500	112777,16	11	5,5	6,2180	27,1873
12000	117680,52	12	6	6,4883	29,6589
12500	122583,87	13	6,5	6,7587	32,1305
13000	127487,23	14	7	7,0290	34,6021
13500	132390,58	14	7	7,2994	34,6021
14000	137293,94	14	7	7,5697	34,6021
14500	142197,29	15	7,5	7,8401	37,0737
15000	147100,65	16	8	8,1104	39,5452

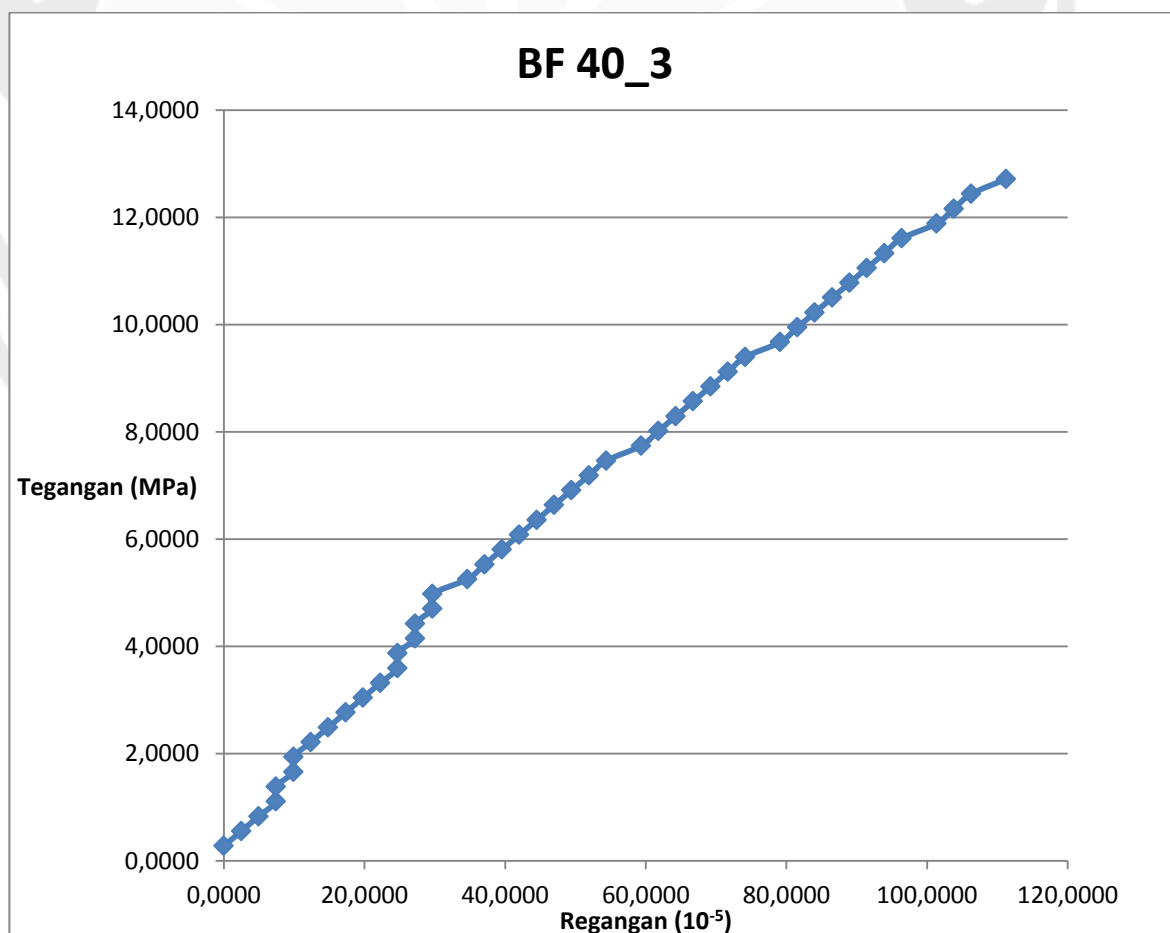


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

15500	152004,00	16	8	8,3808	39,5452
16000	156907,36	17	8,5	8,6511	42,0168
16500	161810,71	17	8,5	8,9215	42,0168
17000	166714,07	18	9	9,1918	44,4884
17500	171617,42	19	9,5	9,4622	46,9600
18000	176520,78	20	10	9,7325	49,4315
18500	181424,13	20	10	10,0029	49,4315
19000	186327,49	21	10,5	10,2732	51,9031
19500	191230,84	21	10,5	10,5436	51,9031
20000	196134,2	22	11	10,8139	54,3747
20500	201037,55	23	11,5	11,0843	56,8463
21000	205940,91	24	12	11,3546	59,3178
21500	210844,26	25	12,5	11,6249	61,7894
22000	215747,62	26	13	11,8953	64,2610
22500	220650,97				
23000	225554,33				
23500	230457,68				
24000	235361,04				





**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (BF 0% KACA)**

Dibuat tanggal : 10 Oktober 2014

Diuji tanggal : 7 November 2014

Dimensi benda uji :

	BF 0 –TB1	BF0-TB2	BF0-TB3
Diameter silinder (mm)	151,9	151,1	154,0
	152,5	152,3	153,7
	151,0	150,4	155,6
Diameter silinder rerata (mm)	151,8	150,4	154,4
Tinggi silinder (mm)	303,5	299,7	300,3
	303,5	300,5	301
	303,6	301	300,1
Tinggi silinder rerata (mm)	303,5	300,4	300,5
Berat (Kg)	12,48	12,36	13,02

Data pengujian :

	BF 0-TB 1	BF 0-TB2	BF 0-TB3
Beban maksimum (kN)	245	190	190
Kuat tarik belah (MPa)	3,3854	2,6772	2,6070
Kuat tarik belah rerata (MPa)	2,8899		



**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (BF 10% KACA)**

Dibuat tanggal : 11 Oktober 2014

Diuji tanggal : 8 November 2014

Dimensi benda uji :

	BF 10 –TB1	BF10-TB2	BF10-TB3
Diameter silinder (mm)	151,6	151,4	152,0
	151,0	152	151,0
	150,8	152,2	152,2
Diameter silinder rerata (mm)	151,13	151,87	154,73
Tinggi silinder (mm)	302,2	303,3	299,8
	303,3	300,5	299,5
	301,5	303	300
Tinggi silinder rerata (mm)	302,3	302,27	299,77
Berat (Kg)	12,34	12,30	12,16

Data pengujian :

	BF 10-TB 1	BF 10-TB2	BF 10-TB3
Beban maksimum (kN)	195	195	220
Kuat tarik belah (MPa)	2,7172	2,7043	3,0195
Kuat tarik belah rerata (MPa)	2,8137		



**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (BF 20% KACA)**

Dibuat tanggal : 11 Oktober 2014

Diuji tanggal : 8 November 2014

Dimensi benda uji :

	BF 20 –TB1	BF 20-TB2	BF 20-TB3
Diameter silinder (mm)	153,2	152,9	153,0
	154,8	151,4	151,5
	154,4	151,7	155,4
Diameter silinder rerata (mm)	154,1	152	153,3
Tinggi silinder (mm)	302,4	303,2	304,6
	300,8	303,0	303,1
	301,0	302,7	302,7
Tinggi silinder rerata (mm)	301,4	302,97	303,5
Berat (Kg)	12,74	12,46	12,98

Data pengujian :

	BF 20-TB 1	BF 20-TB2	BF 20-TB3
Beban maksimum (kN)	185	215	190
Kuat tarik belah (MPa)	2,5357	2,9722	2,5998
Kuat tarik belah rerata (MPa)	2,7026		



**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (BF 30% KACA)**

Dibuat tanggal : 11 Oktober 2014

Diuji tanggal : 8 November 2014

Dimensi benda uji :

	BF 30 –TB1	BF 30-TB2	BF 30-TB3
Diameter silinder (mm)	150,4	153,5	150,4
	151,7	153,6	151,4
	150,5	154,1	151,4
Diameter silinder rerata (mm)	150,87	153,7	151,1
Tinggi silinder (mm)	303,0	302,0	301,8
	298,0	300,0	301,1
	301,0	302,0	300,0
Tinggi silinder rerata (mm)	300,7	301,3	301,2
Berat (Kg)	12,80	12,24	12,48

Data pengujian :

	BF 30-TB 1	BF 30-TB2	BF 30-TB3
Beban maksimum (kN)	165	230	205
Kuat tarik belah (MPa)	2,3154	3,1618	2,8676
Kuat tarik belah rerata (MPa)	2,7816		





**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (BF 40% KACA)**

Dibuat tanggal : 12 Oktober 2014

Diuji tanggal : 10 November 2014

Dimensi benda uji :

	BF 40 –TB1	BF 40-TB2	BF 40-TB3
Diameter silinder (mm)	151,4	151,2	151
	150,6	153,6	151,3
	150,9	154,1	150,3
Diameter silinder rerata (mm)	150,97	150,8	151,1
Tinggi silinder (mm)	301,0	300,5	301,8
	301,0	301,8	301,0
	290,9	301,0	299,6
Tinggi silinder rerata (mm)	297,63	301,1	300,8
Berat (Kg)	12,30	12,30	12,26

Data pengujian :

	BF 40-TB 1	BF 40-TB2	BF 40-TB3
Beban maksimum (kN)	230	190	230
Kuat tarik belah (MPa)	3,2587	2,6639	3,2216
Kuat tarik belah rerata (MPa)	3,0481		



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 29

**PENGUJIAN PENYERAPAN BETON**

Dibuat tanggal : 9 Oktober 2014

Diuji tanggal : 6 November 2014

	BM 0-1 (gram)	BM 0-2 (gram)	BM 0-3 (gram)
Massa Jenuh	3700	3700	3660
Massa Kering	3451	3461	3410
Penyerapan air(%)	7,2153	6,9055	7,3314
Penyerapan air rerata(%)	7,1507		

Dibuat tanggal : 10 Oktober 2014

Diuji tanggal : 7 November 2014

	BM 10-1 (gram)	BM 10-2 (gram)	BM 10-3 (gram)
Massa Jenuh	3731	3645	3637
Massa Kering	3402	3310	3322
Penyerapan air(%)	9,6708	10,1208	9,4822
Penyerapan air rerata(%)	9,7579		

Dibuat tanggal : 10 Oktober 2014

Diuji tanggal : 7 November 2014

	BM 20-1 (gram)	BM 20-2 (gram)	BM 20-3 (gram)
Massa Jenuh	3751	3677	3657
Massa Kering	3411	3327	3316
Penyerapan air(%)	9,9678	10,52	10,2835
Penyerapan air rerata(%)	10,2571		



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

---

Dibuat tanggal : 10 Oktober 2014

Diuji tanggal : 7 November 2014

	BM 30-1 (gram)	BM 30-2 (gram)	BM 30-3 (gram)
Massa Jenuh	3374	3715	3635
Massa Kering	3451	3382	3290
Penyerapan air(%)	9,5139	9,8462	10,4863
Penyerapan air rerata(%)	9,9488		

Dibuat tanggal : 11 Oktober 2014

Diuji tanggal : 8 November 2014

	BM 0-1 (gram)	BM 0-2 (gram)	BM 0-3 (gram)
Massa Jenuh	3639	3683	3559
Massa Kering	3294	3337	3196
Penyerapan air(%)	10,4736	10,3686	11,3579
Penyerapan air rerata(%)	10,7334		



**MIX DESIGN**

**Perhitungan campuran beton :**

- a.  $f'c = 20 \text{ MPa}$
- b. Nilai margin =  $1,64 \times 2,8 = 4,592 \text{ MPa}$
- c.  $f'cr = 24,592 \text{ MPa} \approx 25 \text{ MPa}$
- d. Jenis semen = PPC  
Jenis kerikil = Batu pecah
- e. Fas (grafik) = 0,57
- f. Fas Maksimum = 0,6
- g. Slump = 75 – 150 mm
- h. Ukuran maksimum butiran kerikil = 10 mm
- i. Kebutuhan air =  $0,67 \times 225 + 0,33 \times 250 = 233,25 \text{ l} = 235 \text{ kg}$   
Semen Minimum = 275 kg
- j. Semen perhitungan =  $235/0,57 = 412,28 \text{ kg}$
- k. Penyesuaian fas = tetap
- l. Golongan pasir = II
- m. Persentase pasir terhadap agregat = 51%
- n. Berat Jenis campuran =  $0,51 \times 2,53 + 0,49 \times 2,7685 = 2,6469 \approx 2,65$
- o. Berat beton = 2335 kg
- p. Berat agregat =  $2335 - (235+413) = 1687 \text{ kg}$
- q. Berat pasir =  $0,51 \times 1687 = 860,37 \text{ kg}$
- r. Berat kerikil =  $0,49 \times 1687 = 826,63 \text{ kg}$
- s. Sehingga kebutuhan bahan untuk  $1 \text{ m}^3$  adukan beton dengan fas 0,57 :  
Air = 235 liter  
Semen = 413 kg  
Pasir = 860,37 kg  
Kerikil = 826,63 kg



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

**Volume benda uji setiap variasi :**

6 silinder besar + 3 silinder kecil =

$$(6 \times \frac{1}{4} \pi \times 0,15\text{m} \times 0,15\text{m} \times 0,3\text{m}) + (3 \times \frac{1}{4} \pi \times 0,1\text{m} \times 0,1\text{m} \times 0,2\text{m}) = 0,0365 \text{ m}^3$$

**Kebutuhan bahan setiap variasi :**

1. Beton normal

- a. Air =  $0,0365 \times 235 \text{ liter} = 8,5775 \text{ liter} \times 0,88 = 7,5482 \text{ kg}$
- b. Semen =  $0,0365 \times 413 \text{ kg} = 15,0745 \text{ kg}$
- c. Pasir =  $0,0365 \times 860,37 \text{ kg} = 31,4035 \text{ kg} \rightarrow \text{volume} = 0,0124 \text{ m}^3$
- d. Kerikil =  $0,0365 \times 826,63 \text{ kg} = 30,1720 \text{ kg}$
- e. Silica fume =  $0,05 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,7537 \text{ kg}$
- f. Viscocrete =  $0,01 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,1507 \text{ kg}$

2. Beton substitusi pasir **10%**

- a. Air =  $0,0365 \times 235 \text{ liter} = 8,5775 \text{ liter} \times 0,88 = 7,5482 \text{ kg}$
- b. Semen =  $0,0365 \times 413 \text{ kg} = 15,0745 \text{ kg}$
- c. Pasir =  $0,9 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,01116 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 28,2348 \text{ kg}$
- d. Kaca =  $0,1 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00124 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 3,0046 \text{ kg}$
- e. Kerikil =  $0,0365 \times 826,63 \text{ kg} = 30,1720 \text{ kg}$
- f. Silica fume =  $0,05 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,7537 \text{ kg}$
- g. Viscocrete =  $0,01 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,1507 \text{ kg}$

3. Beton substitusi pasir **20%**

- a. Air =  $0,0365 \times 235 \text{ liter} = 8,5775 \text{ liter} \times 0,88 = 7,5482 \text{ kg}$
- b. Semen =  $0,0365 \times 413 \text{ kg} = 15,0745 \text{ kg}$
- c. Pasir =  $0,8 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00992 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 25,0976 \text{ kg}$
- d. Kaca =  $0,2 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00248 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 6,0264 \text{ kg}$
- e. Kerikil =  $0,0365 \times 826,63 \text{ kg} = 30,1720 \text{ kg}$
- f. Silica fume =  $0,05 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,7537 \text{ kg}$
- g. Viscocrete =  $0,01 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,1507 \text{ kg}$

4. Beton substitusi pasir **30%**

- a. Air =  $0,0365 \times 235 \text{ liter} = 8,5775 \text{ liter} \times 0,88 = 7,5482 \text{ kg}$
- b. Semen =  $0,0365 \times 413 \text{ kg} = 15,0745 \text{ kg}$
- c. Pasir =  $0,7 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00868 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 21,9604 \text{ kg}$



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Bahan dan Struktur**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

d. Kaca =  $0,3 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00372 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 9,0396 \text{ kg}$

e. Kerikil =  $0,0365 \times 826,63 \text{ kg} = 30,1720 \text{ kg}$

f. *Silica fume* =  $0,05 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,7537 \text{ kg}$

g. *Viscocrete* =  $0,01 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,1507 \text{ kg}$

**5. Beton substitusi pasir 40%**

a. Air =  $0,0365 \times 235 \text{ liter} = 8,5775 \text{ liter} \times 0,88 = 7,5482 \text{ kg}$

b. Semen =  $0,0365 \times 413 \text{ kg} = 15,0745 \text{ kg}$

c. Pasir =  $0,6 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00744 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 18,8232 \text{ kg}$

d. Kaca =  $0,4 \times 0,0124 \text{ m}^3 = 0,00496 \text{ m}^3 \rightarrow \text{berat} = 12,0528 \text{ kg}$

e. Kerikil =  $0,0365 \times 826,63 \text{ kg} = 30,1720 \text{ kg}$

f. *Silica fume* =  $0,05 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,7537 \text{ kg}$

g. *Viscocrete* =  $0,01 \times 15,0745 \text{ kg} = 0,1507 \text{ kg}$

**Kebutuhan bahan total =**

a. Air = 37,741 liter

b. Semen = 75,3725 kg

c. Pasir = 125,5195 kg

d. Kaca = 30,1234 kg

e. Kerikil = 150,86 kg

f. *Silica fume* = 3,7685 kg

g. *Viscocrete* = 0,7535 kg